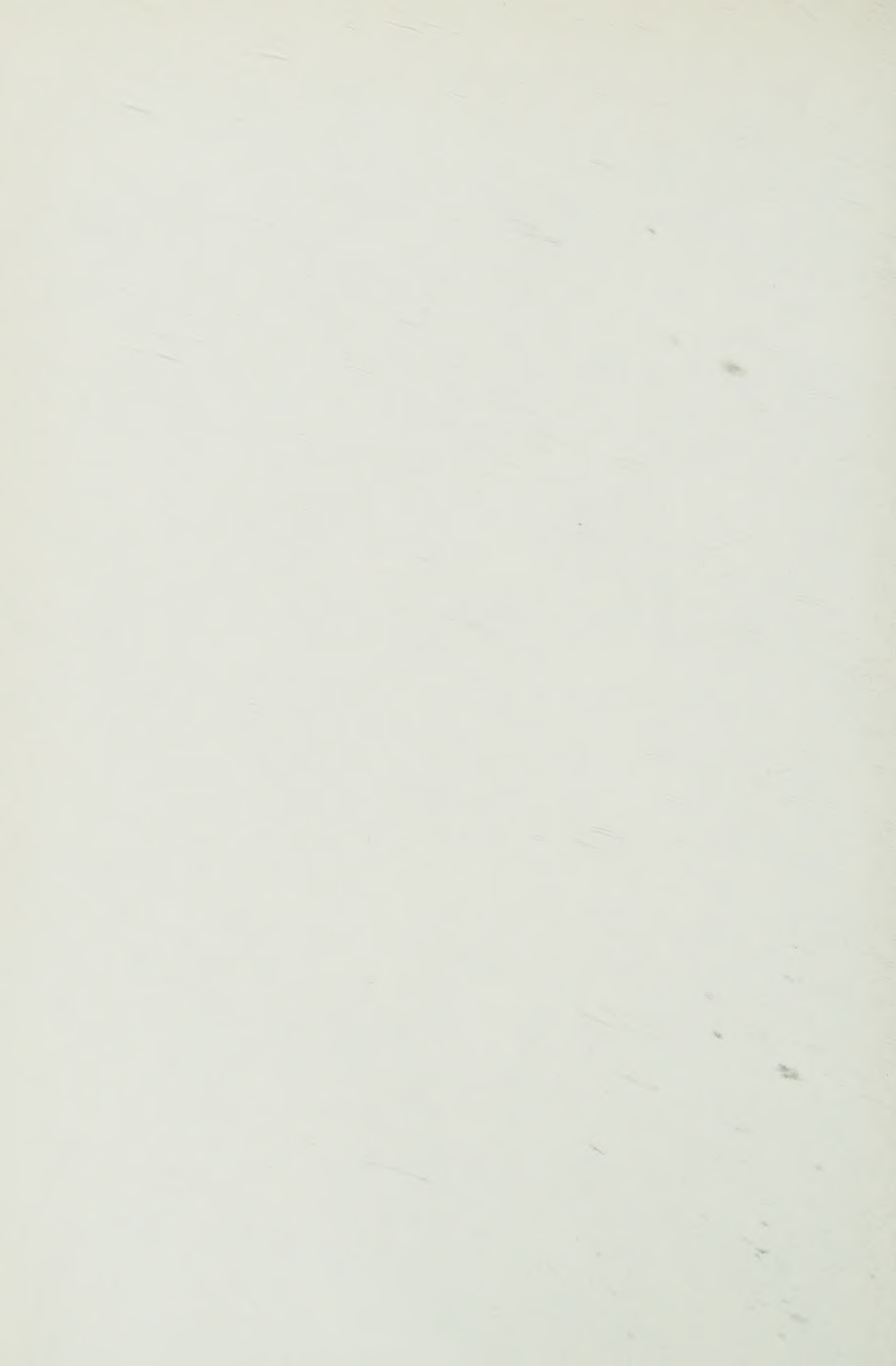


F Müller

Münster 1900



Aus der Orthopädischen Klinik der
Städtischen Kliniken Dortmund
(Direktor: Professor Dr. med. D. Tönnis)
Akademisches Lehrkrankenhaus der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster

DIE ERGEBNISSE DER OPERATIVEN SKOLIOSEBEHANDLUNG
IN DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK DORTMUND

Eine Nachuntersuchung
von 51 Patienten

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Fachbereiche

5 Vorklinische und Theoretische Medizin und

6 Klinische Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Vorgelegt von
Friedhelm Müller
aus Dortmund

1979

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster



Aus der Orthopädischen Klinik der Städtischen
Kliniken Dortmund - Akademisches Lehrkrankenhaus
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Referent : Prof. Dr. med. D. Tönnis

Korreferent: Prof. Dr. med. H.-H. Matthiaß

Z U S A M M E N F A S S U N G

Müller,
Friedhelm

DIE ERGEBNISSE DER OPERATIVEN SKOLIOSEBEHANDLUNG IN DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK DORTMUND

Eine Nachuntersuchung an 51 Patienten

Es sollte die Frage geklärt werden, ob bei der dorsalen Spondylodese im Rahmen der Skoliogetherapie auch ohne Totalverödung der Brustwirbelgelenke und unter der Vorbehandlung mit dem DUCROQUET-Korsett akzeptable Ergebnisse unter Vermeidung von Komplikationen erzielt werden können. Dazu wurden die Krankenakten, Röntgenbilder und Operationsberichte von 51 Patienten ausgewertet, die in den Jahren 1966 bis 1974 operiert worden waren. Der größte Teil der Patienten wurde nachuntersucht.

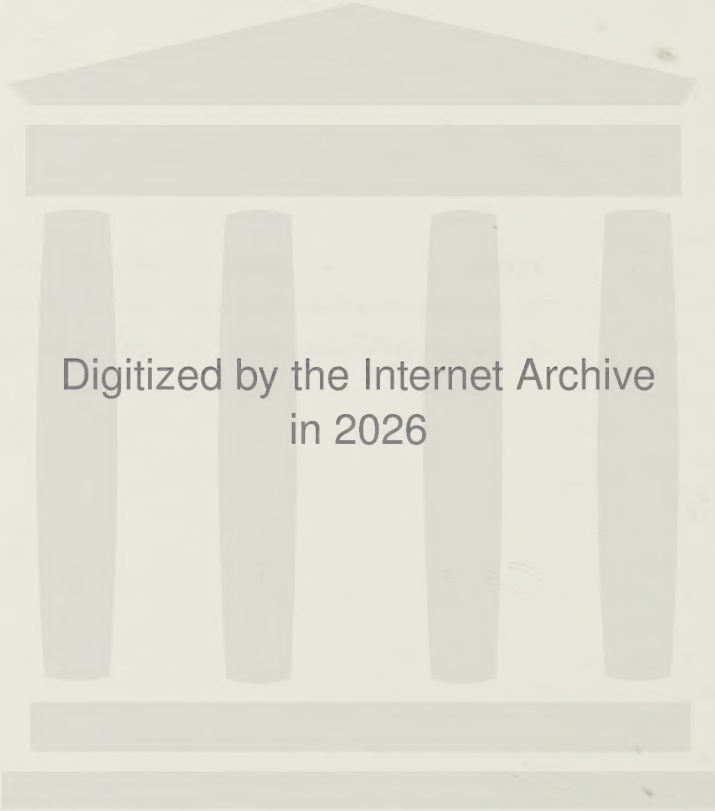
Wir konnten feststellen, daß sich mit dem Instrumentarium nach HARRINGTON eine Aufrichtung der skoliotischen Verbiegungen um 23.7% erreichen ließ, ohne dieses Instrumentarium 9.8%, wobei sich Mißbildungsskoliosen am besten korrigieren ließen. Die Ergebnisse und gefundenen Komplikationen wie Pseudoarthrosen und Stabbrüche wurden den entsprechenden Daten der "Multizentrischen Retrospektiven Erhebungen an 1681 in den Jahren 1960 bis 1973 von dorsal versteiften Skoliosen" gegenübergestellt, wobei sich zeigte, daß mit dem von uns geübten Operationsverfahren insbesondere bei den Mißbildungsskoliosen sehr gute Ergebnisse erzielt werden konnten: 30.7% Aufrichtung gegenüber 13% der "Multizentrischen Erhebung".

Tag der Promotion: 16. April 1980

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. Themann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. D. Tönnis

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. H.-H. Matthias



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555428_0003

Meinen Eltern
gewidmet

Inhalt

	Seite
1. <u>Aufgabe der Arbeit</u>	1
2. <u>Grundlagen</u>	3
2.1. Pathologische Anatomie	3
2.2. Schweregrad	5
2.3. Skoliosetypen unseres Patienten- tengutes und deren Ätiologie	6
2.3.1. Die idiopathische Skoliose	6
2.3.2. Die paralytische Skoliose	14
2.3.3. Skoliose nach ERB'scher (oberer) Plexuslähmung	15
2.3.4. Die kongenitale Skoliose	16
2.3.5. Die statische Skoliose	17
2.4. Behandlung der Skoliose	19
2.4.1. Die konservative Behandlung der Skoliose	19
2.4.2. Die operative Behandlung der Skoliose	22
3. <u>Auswertungskriterien und</u> <u>Durchführung</u>	28
3.1. Untersuchtes Patientenkollektiv und Meßtechnik	28
3.2. Beobachtungszeitraum	31
3.3. Beschränkungen zur Allgemeingültigkeit	32
4. <u>Charakterisierung der Skoliosen</u> <u>im untersuchten Patientenkollektiv</u>	33
4.1. Morphologische Kriterien	33
4.1.1. Allgemeines	33
4.1.2. Klassifizierung nach Bogigkeit	34
4.1.3. Konvexität	35
4.1.4. Überhang	36

4.1.5.	Beckenschiefstand	37
4.1.6.1.	Lage der Scheitelwirbel der kranialen Krümmungen	37
4.1.6.2.	Lage der Scheitelwirbel der kaudalen Krümmungen	38
4.1.7.1.	Segmentzahl der oberen bzw. der einzigen Krümmung	38
4.1.7.2.	Segmentzahl der unteren Krümmung	39
4.1.8.	Präoperative Skoliosewinkel gemessen nach der Methode von COBB	39
4.2.	Erkennungsalter	44
4.3.	Geschlechtsverteilung	48
5.	<u>Präoperative, operative und postoperative Behandlung unserer Patienten</u>	50
5.1.	Art und Dauer der präoperativen Behandlung	50
5.2.	Operative Behandlung	53
5.2.1.	Operationsalter	53
5.2.2.	Operationsjahre	56
5.2.3.	Einsatz des Harrington-Instrumentariums	56
5.2.4.	Spondylodesebereich	58
5.3.	Postoperative Behandlung	61
6.	<u>Ergebnisse</u>	65
6.1.	Korrektur und Operationsverfahren	66
6.2.	Korrektur und Ätiologie	70
6.3.	Korrektur und Schweregrad	76
6.4.	Korrektur und Lokalisation der Hauptkrümmung	83
6.5.	Korrektur der Sekundärkrümmung und der einbogigen Skoliosen	87
6.6.	Abschließende Untersuchung und Befragung der Patienten	90

7.	<u>Komplikationen</u>	93
7.1.	Darstellung der aufgetretenen Komplikationen	93
7.2.	Die Komplikationen im Vergleich mit der Literatur	96
7.3.	Die Problematik der Pseudo- arthrose	102
7.3.1.	Die Pseudoarthrose in der Literatur	102
7.3.2.	Diagnosestellung der Pseudo- arthrose	103
7.3.3.	Die Pseudoarthrosen in unserem Patientengut	105
7.4.	Untersuchung der Stabbrüche	112
7.4.1.	Die Häufigkeit der Stabbrüche in der Literatur	112
7.4.2.	Beobachtungen bei Patienten mit Stabbrüchen	113
7.4.3.	Die Stabbrüche unseres Patienten- kollektivs	115
8.	<u>Diskussion und vergleichende Beurteilung des Behandlungs- verfahrens</u>	118
8.1.	Wertung des Behandlungsver- fahrens	118
8.1.1.	Die DUCROQUET-Vorbehandlung	118
8.1.2.	Tibia-Span und Technik der Brustwirbelgelensversteifung	119
8.2.	Die Korrekturergebnisse im Ver- gleich mit der Literatur	121
8.2.1.	Vergleich der Ergebnisse in be- zug auf die Ätiologie	122
8.2.2.	Vergleich der Ergebnisse in be- zug auf die Schweregrade	124
8.2.3.	Vergleich der Ergebnisse in be- zug auf die Lokalisation der Hauptkrümmung	126

9.	<u>Zusammenfassung</u>	129
10.	<u>Literaturverzeichnis</u>	137
11.	<u>Lebenslauf</u>	159

1. Aufgabe der Arbeit

Skoliosen sind seitliche Wirbelsäulenverbiegungen der unterschiedlichsten Ätiologien. Wegen ihrer ständigen Progredienz werden sie einer konservativen und seit Anfang dieses Jahrhunderts auch einer operativen Behandlung unterzogen.

Die eben genannte Progredienz kann zu vielgestaltigen Komplikationen führen (Borgmann 1964), die in das Gebiet der Neurologie, Orthopädie und Inneren Medizin fallen. Aufgrund der Kompression der Thoraxorgane kommt es zur Kreislaufbelastung und Lungeninsuffizienz. Bandscheibenschäden und Wirbelgelenksarthrosen sind direkte Folgen der Wirbelsäulenverkrümmung. Schmerzzustände als Ausdruck der dekompenzierten Wirbelsäulenstatik treten auf. In schwersten Fällen kann es zu Rückenmarksläsionen bis hin zur Querschnittslähmung kommen. Unterschätzt werden darf auch auf keinen Fall die psychische Belastung des Skoliotikers, der von seinen Mitmenschen oft als Krüppel oder "Verwachsener" angesehen und bezeichnet wird.

Ziel der operativen Skoliosenbehandlung sollte daher sein die Wiederherstellung der Wirbelsäulenstatik, das Aufhalten der Progredienz, die Entlastung der

inneren Organe und nicht zuletzt die kosmetische Korrektur.

Die Daten, auf denen diese Arbeit beruht, wurden im Rahmen der "Sammelstatistik operierter Skoliosen 1960 - 1973 für den 62. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie, Tübingen 1975" erhoben. Eine abschließende klinische Untersuchung und Befragung eines Großteils der Patienten ging ebenfalls in diese Arbeit ein.

In dieser Arbeit wird anhand der so erstellten Daten untersucht, inwieweit durch die Operation und die vorausgehende Extensionsbehandlung eine Aufrichtung der Skoliosen erfolgte. Außerdem soll festgestellt werden, inwieweit die Patienten sich nach ihrer Operation gebessert fühlen, welchen Beruf sie ausüben und wie belastbar sie im Alltagsleben sind. Dabei sollen die Skoliosen nach Ätiologie, Lokalisation und angewandten Operationsverfahren gegenübergestellt werden. Ebenfalls sollen die Komplikationen zur Erörterung kommen.

2. Grundlagen

2.1. Pathologische Anatomie

Der Erscheinungsform nach unterscheidet man einbogige bzw. einfache Skoliosen, die aus einer Hauptkrümmung und benachbarten kompensatorischen Gegenkrümmungen bestehen, von den S-förmigen oder zusammengesetzten Skoliosen, die aus zwei gegenläufigen Hauptkrümmungen bestehen. Eine Ausnahme hiervon stellen die Säuglingsskoliosen dar; sie sind ganzbogig, d. h. die kompensatorischen Gegenkrümmungen fehlen (DEBRUNNER 1973).

In dieser Arbeit werden die S-förmigen Skoliosen als zweibogige Skoliosen bezeichnet. Die jeweils stärker deformierte Krümmung wurde als Primärkrümmung angesehen. Je nach ihrer Höhenlokalisation wurde sie als thorakal oder lumbal eingestuft. Im umgekehrten Sinne erfolgte die Bezeichnung als Sekundärkrümmung.

Ausschlaggebend für die Bezeichnung "rechtskonvex bzw. linkskonvex" ist die Seitenausbiegung der Primärkrümmung bzw. Hauptkrümmung.

Krümmungsscheitel ist der am stärksten seitlich keilförmig deformierte Wirbelkörper oder der Wirbel mit der ausgeprägtesten Rotation (DEBRUNNER 1973).

Die Längsachse des Scheitelwirbels ist der Körperachse parallel.

Kennzeichnend für die skoliotische Wirbelsäulenverbiegung sind im Krümmungsbereich die keilförmig deformierten Wirbelkörper. Auf der Konvexseite sind sie höher als auf der Konkavseite. Die Zwischenwirbelscheiben verhalten sich analog. Beschränkt sich diese Deformierung lediglich auf die Zwischenwirbelscheiben, spricht man von einer Haltungsskoliose, die als reversibel angesehen wird.

In der Regel kommt zu der seitlichen Ausbiegung der Wirbelsäule eine Rotation der Wirbelkörper um ihre Längsachse hinzu. Diese Rotation ist um so stärker, je näher der Wirbel dem Krümmungsscheitel liegt. Die Wirbelkörper drehen sich zur Konvexität der Krümmung, die Dornfortsätze zur Konkavität. Dabei nehmen im Thorakalbereich die Rippen an der Drehbewegung teil, was konvexseitig zur Ausbildung eines Rippenbuckels führt, dem vorn eine Abflachung des Brustkorbes entspricht. Im Lumbalbereich kommt es analog dazu zur Ausbildung des konvexseitigen sogenannten Lendenwulstes (PITZEN, RÜSSLER 1973).

2.2. Schweregrad

Nach DEBRUNNER (1973) wird die Schwere einer Skoliose nach ihrer radiologischen Achsabweichung bestimmt. Zur Messung wird die Meßmethode nach COBB (1948) herangezogen, die im Kapitel 3 eingehend beschrieben wird. Folgende Schweregrade werden angeführt:

unter 40°	: leichte Skoliose
40° bis 60°	: mittelschwere Skoliose
60° bis 80°	: schwere Skoliose
über 80°	: sehr schwere Skoliose

Folgende Unterteilung, die von vielen Autoren genannt wird, entnahm ich dem Lehrbuch von KAISER (1968):

- Skoliose 1. Grades: Geringgradige Verkrümmung der Wirbelsäule mit leichter Torsion. Ausgleich aktiv nicht mehr, aber passiv möglich.
- Skoliose 2. Grades: Verbiegung ausgeprägter, Torsion stärker, Rippenbuckel bzw. Lendenwulst stärker.
- Skoliose 3. Grades: Schwere Verbiegung mit starkem Rippenbuckel oder Lendenwulst. Überhänge nach der Seite.

2.3. Skoliose Typen unseres Patientengutes und deren Ätiologie

2.3.1. Die idiopathische Skoliose stellt die bei weitem größte Gruppe der Skoliosepatienten. Nach PITZEN und RÖSSLER (1973) etwa 90 %. RIPPSTEIN (1973) spricht von 80 %. Allein schon daher wird verständlich, daß sich zahlreiche Arbeiten mit der Ätiologie der idiopathischen Skoliose auseinandersetzen. Die folgenden Ausführungen können deshalb nur einen Abriß der meistdiskutierten Entstehungstheorien der idiopathischen Skoliose darstellen. Unberücksichtigt bleibt auch die Unterteilung in infantile, invenile und Adoleszenten skoliose.

Als ein wichtiges pathognostisches Zeichen kann man für die idiopathische Skoliose die asymmetrische Skelettentwicklung in Zeiten gesteigerten Wachstums hervorheben. Wachstumsdisharmonien dieser Art mit partiell gesteigerten Wachstumstendenzen in der jugendlichen Skelettentwicklung stellen zunächst nichts Pathologisches dar, da ihre physiologische Schwankungsbreite kennzeichnend ist für eine normale Entwicklung und auf einen einheitlichen mechanisch und biologisch fassbaren Vorgang zurückgeführt werden kann (ROMICH 1928). Im weiteren Wachstumsverlauf werden die durch vorübergehende Wachstumshemmung

asymmetrisch ausgebildeten Skeletabschnitte nach passageren Dyproportionen nivelliert. Dieses aktive Ausgleichsvermögen der wachsenden Wirbelsäule wird aber bei der Ausbildung einer Skoliose vermißt, und damit erhalten alle Kräfte, die asymmetrisch an der Wirbelsäulenstatik angreifen, eine pathologische Bedeutung (RATHKE 1958). Die myopathische Theorie versucht, diese asymmetrischen Kräfte zu erklären. BRUNK (1951) mißt der myopathischen Theorie jedoch nur noch historische Bedeutung zu. Unberührt davon bleiben die im Gefolge einer Skoliose festzustellenden sekundären Weichteilveränderungen, die jedoch für die idiopathischen Formen nicht spezifisch sind (RATHKE 1958).

Die Fehlhaltungstheorie ist ein anderer Ansatz zur Klärung der Genese der idiopathischen Skoliose. Sie beruht auf dem HUETER-VOLKMANN'schen Gesetz und seiner Auswirkung auf die enchondralen Abschlußplatten der Wirbelkörper. Durch übermäßige und dauernde Kompression einer Wirbelkörperhälfte wird in diesem Abschnitt das enchondrale Längenwachstum gehemmt, und es resultiert eine keilförmige Deformierung (RATHKE 1958). Verfechter dieser Theorie sind u. a. BRADFORD (1866), DOLEGA (1897), RIEDINGER (1905) und ZANDER (1893). Im Vordergrund steht die Annahme, daß durch schädigende Einflüsse im Beruf und besonders in der Schule eine asymmetrische

Krafteinwirkung auf die Wirbelsäule ausgeübt wird (RATHKE 1958). LORENZ (1908) sieht in diesem Skoliosetyp die Berufskrankheit des Kindes. In nachfolgenden Arbeiten jedoch ist bis heute die Ansicht vorherrschend, daß die Schulbelastung kein ätiologischer Faktor von Bedeutung für die Skolioseentstehung sein kann (RATHKE 1958).

Eine osteogene Ursache der Skolioseentstehung wird von KNUTSSON (1963, 1966) angeführt. Und zwar macht er in Fortführung älterer Untersuchungen von NICOLADINI (1894) die seitlichen Unterschiede beim Schluß der Bogenepiphysen für ein asymmetrisches Wirbelsäulenwachstum verantwortlich. Bei vorzeitigem unilateralem Epiphysenschluß dreht sich der Wirbel zu der betroffenen Seite hin und bildet somit Ausgangspunkt für eine skoliotische Verbiegung.

Eine Sonderform der osteoneuralen Wachstumsdisproportion nennt ROTH (1970) die idiopathische Skoliose. Durch eine besonders große Wachstumsdifferenz von Rückenmark und Achsenskelet kommt es zum Zug an den Spinalnervenwurzeln. Ist dieser Zug asymmetrisch, kann er die Entstehung einer Skoliose hervorrufen. Die Wirbelsäule biegt sich zur Seite des stärkeren Zuges; aus einem linksseitig stärkeren Zug resultiert also eine rechtskonvexe Skoliose. Aber auch

bei symmetrischem Zug an den Nervenwurzeln kann es zur Ausbildung einer Skoliose kommen, wenn man sich vorstellt, daß "es (das Rückenmark) einfach zu kurz ist, in seinem Längenwachstum gegenüber dem der Wirbelsäule zu viel verzögert ist, wodurch dem Achsenskelet der skoliotische Faltenwurf aufgezwungen wird" (ROTH 1970 und 1968).

Besonders in der deutschsprachigen Literatur wird keine Erkrankung häufiger für kindliche Skoliosen verantwortlich gemacht als die Rachitis (RATHEKE 1958). Als auslösende Ursache wird sie angeführt von SCHULTHESS (1906), MAX LANGE (1937) u. a. Sogar schon GLISSON (1671) stellte die Beziehung zwischen Rachitis und Skoliose heraus. Da aber der Verfall der normalen Wirbelsäulenstatik immer nur das Ergebnis asymmetrischer Kräfte sein kann, werden von den meisten Autoren Umwelteinflüsse zur Klärung der Skolioseentstehung herangezogen, die von der rachitisch vorgeschädigten Wirbelsäule nicht kompensiert werden können. BRANDENBURGER (1905), ENGELMANN (1914) u. a. machen zum Beispiel die asymmetrische Gewichtsverteilung beim ständigen Tragen des rachitischen Kindes für eine Skolioseentstehung verantwortlich. BAUER (1929) wendet gegen Erklärungsversuche dieser Art ein, daß derartige Fehlhaltungen nur vorübergehenden Charakter besäßen.

SCHEDE (1928) gab eine vielbesachtete pathogenetische Erklärung für die frühkindliche rachitische Skoliose. Als Ursache sieht er den "fixierten rachitischen Sitzbuckel" an der dorsolumbalen Grenze an. Dieser stellt demnach ein Hindernis für die Aufrichtung der Wirbelsäule dar. Anhand eines Modellversuches erläutert SCHEDE, daß die Aufrichtung über den fixierten kyphotischen Segment zu einer Brustlordose nur durch eine spiralförmige Verdrehung der Wirbelsäule erfolgen kann. Als "Skoliosenkeim" wird diese erste Anlage einer Skoliose von SCHEDE bezeichnet.

BRUNK (1951) kommt zu dem Schluß, daß rachitische Erkrankungen zur Skoliosenbildung Anlaß geben können, wenn sie primär zu Skeletdeformitäten führen. Allerdings "dürfte die Annahme gerechtfertigt sein, daß heutzutage, wo die Möglichkeit für effektive Behandlung besteht, die Rachitis keine größere Bedeutung für das Auftreten der großen und invalidisierenden Skoliosen hat" (BRUNK 1951).

HARRENSTEIN (1936) lehnt zumindest für die Säuglingsskoliose einen Zusammenhang zwischen Rachitis und Skoliosenentstehung ab.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Auffassung von MAU (1957, 1962), der auf die Ähnlichkeit der Skeletveränderungen bei der Dysostosis enchondralis und Rachitis hinweist. Die begleitenden sogenannten "rachitischen Deformitäten" (Minderwuchs, Schwäche der Muskulatur, Aufreibung der Gelenke, Hühnerbrust, rachitischer Rosenkranz, HARRISON'sche Furche, Coxa vara) sind gleichzeitig auch Kardinalsymptome der enchondralen Dysostosen. Auch bei gleichzeitigem Auftreten von Skoliose und Rachitis sieht MAU nicht unbedingt einen kausalen Zusammenhang.

Bei sechzehn Kindern mit idiopathischen Skoliosen führten STEARNS, CHEN, MCKINLEY und PONSETI (1955) genaue Untersuchungen der Stoffwechsellage durch. Sie fanden keine eindeutigen Mineralstoffwechselstörungen. Jedoch zeigten die Skoliosekinder gegenüber gleichaltrigen gesunden Kindern eine erhöhte Stickstoffausscheidung. Gesunde scheiden im 24-Stunden-Urin durchschnittlich 82 % des täglich mit der Nahrung aufgenommenen Stickstoffs aus. Die Autoren fanden bei den Kindern mit Skoliose diesen Wert auf durchschnittlich 90 % erhöht. RISSER (1964) konnte in vielen Fällen eine Erniedrigung des Grundumsatzes und eine Erhöhung des Blutcholesteringehaltes beobachten; er spricht von einer "metabolic curve".

BÖHMER und NOLTE (1972) halten es für wahrscheinlich, daß bei der Progenienz einer genuinen Skoliose Stoffwechselstörungen beteiligt sind. Sie bestimmen bei 48 jugendlichen Skoliosepatienten die Serumcholinesterase photometrisch und immunoelektrophoretisch und die Eiweißfraktion. Die Jugendlichen mit einer progredienten, genuinen Skoliose zeigten gegenüber einer gesunden Vergleichsgruppe eine signifikante Dämpfung der Serumcholinesteraseaktivität und eine Minderung der Alpha₂- und Beta-Globulinfraktion.

Im weitesten Sinne als präathrotische Früherkrankung der Wirbelsäule darf nach ENDLER (1972) die idiopathische Skoliose bezeichnet werden.

RESKE (1954) hat sich eingehend mit der Entstehung der Skoliose im Kindesalter befaßt. Er widmete seine Aufmerksamkeit dem paravertebralen Weichteilschatten, den er aufgrund seiner pathologisch-anatomischen Studien auf irreversible Gewebsveränderungen im Raume hinter der Aorta und neben der Brustwirbelsäule zurückführt. Der paravertebrale Weichteilschatten sei links zehnmal häufiger anzutreffen als rechts. RESKE spricht von einer Schmerz-Narben-Skoliose und ist der Meinung, daß darauf ein Teil idiopathischer Skoliosen zurückzuführen sei.

Experimentell erzeugten SCHWATZMANN (1945), MILES (1947) und LÄNGENSKIÖLD und MICHELSSON (1962) bei jungen Ratten Skoliosen. An 13 Kaninchen hervorgerufene Skoliosen beschreibt DONNARI (1964): durch partielle Resektion der untersten fünf Rippen, durch Muskelexizision, durch Ablösen der Rückenstreckmuskulatur und anschließender Interposition von Haut oder gewebefreundlichem Polistan.

Die erbliche Disposition zur Skoliosenentstehung wird von vielen Autoren angeführt, z. B. von HAYEK (1933). BERQUETS (1966) Zwillingsuntersuchungen und Familienerhebungen deuten ebenfalls in diese Richtung. Der primäre Faktor, der zur Skoliose führt, scheint seiner Darstellung nach ein Qualitätsunterschied der Muskulatur zu sein.

In dem von mir ausgewerteten Anamnesenmaterial fand sich in zwei Fällen ein Hinweis auf weitere Wirbelsäulenkrümmungen innerhalb der Familie. In beiden Fällen handelte es sich um Patientinnen mit einbogigen idiopathischen Thorakalskoliosen. Betroffen war außer den Patientinnen jeweils noch ein Geschwisterteil. Leider waren aus den Krankengeschichten keine genaueren Angaben über die Charakteristika der Wirbelsäulenkrümmungen der Geschwister zu entnehmen.

2.3.2. Die häufigste Grunderkrankung, die zu einer paralytischen Skoliose führt, dürfte eine Poliomyelitis anterior sein. In einem Patientengut von 500 Poliofällen fanden COLONNA und V. SAAL (1941) in etwa 30 % der Fälle eine Skoliose. Verantwortlich für die Entstehung einer paralytischen Skoliose sind möglicherweise asymmetrische Stammuskeltonusänderungen. KNUPFER (1957) konnte zeigen, daß der Körper auf segmentale Lähmung der Rumpfmuskulatur mit Verlagerung des Oberkörpers und - je nach Lokalisation der Lähmung - eventuell mit Seitneigen des Beckens reagiert, um ein Abkippen der Wirbelsäule zu verhindern. Die Skoliose resultiert danach also aus dem Zusammentreffen von Lähmung und dem Versuch, die Körperstatik, so gut es geht, aufrechtzuerhalten. LANGE (1965) unterscheidet demnach auch zwischen paralytischen Skolioseformen, die vorwiegend im Liegen oder beim Sitzen oder Stehen entstanden seien. Die Konvexität sei jeweils entgegengesetzt.

COLONNA und V. SAAL (1941) konnten nachweisen, daß bei symmetrischen poliomyelitischen Lähmungen der Stammuskulatur nicht unbedingt mit dem Auftreten einer Skoliose zu rechnen ist.

Die Lähmung der Bauchmuskulatur wirkt sich nach RATHKE (1958) weitaus schwerwiegender für die Ent-

stehung eines paralytischen Haltungsverfalls aus als die Lähmung der Rückenmuskulatur. KNUPFER (1957) vertritt ebenfalls diese Auffassung.

Wurde früher für die Entstehung der Muskelkontraktionen bei Poliomyelitis lediglich der Ausfall der Antagonisten verantwortlich gemacht, so ist nach heutiger Auffassung eine gestörte Trophik im Gebiet der gelähmten Körperabschnitte für die Entstehung der zur Verbiegung führenden Kontrakturen mit in Erwägung zu ziehen (LINDEMANN 1950).

Außer von einem Muskelausfall ist die engültige Form einer paralytischen Wirbelsäulenverbiegung weiterhin abhängig von der Lähmungsdauer, dem Alter des Gelähmten und dem Ausmaß der wiedererzielten Belastungsfähigkeit (RATHKE 1958).

2.3.3. Ebenfalls um eine paralytische Skoliose handelt es sich bei dem Fall einer Skoliose nach ERB'scher (oberer) Plexuslähmung in unserem Patientengut. Die Lähmung war bedingt durch ein Geburtstrauma. Im ersten Lebensjahr wurde eine gleichseitige Skoliose erkannt. Nach RATHKE (1958) haben isolierte Lähmungen der oberen oder unteren Extremität bei gesunder Rumpf- und Hüftmuskulatur im allgemei-

nen keine stärkeren Wirbelsäulenverbiegungen zur Folge; diese entsprächen den Bedingungen der statischen Skoliose. Da aber außer reinen *Arm*muskeln bei einer ERB'schen Lähmung auch Muskeln des Schultergürtels mit betroffen sind, wie z. B. die Mm. deltoideus, supra- und infraspinatus, pectoralis, rhomboideus und serratus (POECK 1974), ist durchaus vorstellbar, daß eine ERB'sche Plexuslähmung eine Skoliose bedingen kann.

2.3.4. Die kongenitale Skoliose, die im wesentlichen durch das Vorliegen angeborener Formabweichungen der Wirbelsäule gekennzeichnet ist, kann als ätiologisch so gut wie geklärt betrachtet werden (LINDEMANN 1958). In erster Linie sind als Ursachen die asymmetrischen Wirbelsäulenanomalien zu nennen, wie Keilwirbelbildung, unilaterale und bilaterale Halbwirbel (letzte-
re bedingt durch hemilaterale Segmentverschiebung), halbseitige Lumbalisation und Sakralisation u. a. Seltener liegt einer kongenitalen Skoliose eine unilaterale Rippenkoalition zugrunde.

Nicht immer jedoch stehen bei kongenitalen Skoliosen asymmetrische Anomalien des Wirbelskeletts im Vordergrund. Es wurden auch symmetrische Formänderungen erkannt, die in ihrer Stellung im Achsenskelett nicht

ohne weiteres für die gleichzeitige skoliotische Verbiegung verantwortlich zu machen sind (RATHKE 1958). Zu dieser Feststellung passen die Beobachtungen, die ich an den drei kongenitalen Mißbildungs-skoliosen unseres Patientenkollektivs machen konnte: Spina bifida und Schaltwirbel (ein Patient), Status dysraphicus (ein Patient) und Schmetterlingswirbel sind ja symmetrische Fehlbildungen. LANGE (1971) beschreibt den Schmetterlingswirbel zwar lediglich als Ursache angeborener Kyphosen, aber da bei unserer Patientin der Schmetterlingswirbel (Thorakale 10) mit dem Scheitelwirbel der Skoliosenkrümmung identisch ist, kann man durchaus folgern, daß der Schmetterlingswirbel die Skoliosenursache darstellt.

Auch Rückenmarksmißbildungen, wie z. B. die Diastematomyelie, können zu einer Skoliose führen.

2.3.5. Die Entstehung der statischen Skoliose ist nach SCHMORL und JUNGHANN (1968) viel umstritten. RATHKE (1958) weist darauf hin, daß "echte" statische Skoliosen, also solche mit strukturellen Veränderungen, verhältnismäßig selten und nicht hochgradig sind. SCHULTHESS und HAGLUND heben hervor, daß zur Entstehung einer statischen Skoliose die unterschiedliche Beinlänge nicht hochgradig sein darf und höch-

stens ein bis drei Zentimeter beträgt; bei höherem Längenunterschied würde der Ausgleich nicht durch eine Verkrümmung, sondern durch eine abnorme Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule geschaffen.

In unserem Patientengut war in einem Fall bei einer rechtsseitigen Beinverkürzung eine links(!)-konvexe Lumbalskoliose zu beobachten. Die Linkskonvexität war eindeutig zu erklären durch eine dauernde Überkorrektur der rechtsseitigen Beinverkürzung (überhöhter Absatz). Aus dieser "Korrektur" resultierte de facto eine linksseitige "Beinverkürzung", die somit eine linkskonvexe Lumbalskoliose zur Folge hatte. Einen ähnlich gelagerten Fall beschreibt RATHKE (1958).

2.4. Behandlung der Skoliose

2.4.1. Die konservative Behandlung der Skoliose

ist nach der heute meistverbreitesten Ansicht in folgenden Fällen indiziert:

1. Skoliosen mit Krümmungen bis zu 50° (COBB).

2. Bei stärkeren Krümmungen, wenn eine Kontraindikation für eine Operation vorliegt.

- a) Bei kleinen Kindern, wegen des Wachstumsstopps im fusionierten Wirbelsäulenabschnitt (Ausnahme: kurze angeborene Krümmungen).
- b) Skoliosen, bei denen eine Stabilisierung durch Fusion zweifelhaft ist (sehr schwere Kyphoskoliosen bei Neurofibromatose).

(modifiziert nach SCHEIER 1973).

Es sollen hier nur die konservativen Maßnahmen vorgestellt werden, die auch oder ausschließlich bei der präoperativen und postoperativen Behandlung der Skoliose eine Rolle spielen. Hierzu zählen insbesondere apparative Methoden, die einerseits die Wirbelsäule präoperativ lockern, strecken und - besonders in der postoperativen Behandlung - stützen und ande-

rerseits versuchen, präoperativ die Krümmung(-en) zu verringern. Nichtapparative Behandlungsmethoden - wie Atem- und Rumpfgymnastik - dürfen nicht vernachlässigt werden, besonders bei der Korsettbehandlung. Korsettbehandlung ohne Rumpfgymnastik ist ein Kunstfehler (MAX LANGE 1965).

Stützende, streckende und korrigierende Eigenschaften hat das Milwaukee-Korsett nach BLOUNT und SCHMIDT (1953, 1958). Das Korsett funktioniert nach dem Prinzip einer Mahnbandage: Es muß so eingestellt sein, daß der Patient, wenn er ermüdet und zusammensinkt, durch Stützen an Hinterhaupt und Kehlkopf ermahnt wird, sich aufzurichten (ZIELKE 1973). Eine Druckkorrektur wird durch seitlich angebrachte Pelotten erreicht. Das Korsett wird eingesetzt zur reinen konservativen Behandlung als Wachstumsstütze und in der postoperativen Behandlungsphase.

Eine neuere Weiterentwicklung des Milwaukee-Korsetts stellt die Hannoversche-Skoliosen-Orthese (H.S.O.) nach HAUBERG und JOHN (1973) dar. In die dorsale Strebe des Korsetts ist eine Extensionspneumatik eingebaut, die intermittierende Druckextensionen der Wirbelsäule bis maximal 20 kp ermöglicht. Daher ist dieses Gerät sehr geeignet zur präoperativen Lockerung der Wirbelsäule.

Eine wirksame passive Korrektur ist mit den verschiedenen Arten der Gipskorsette möglich. Sie haben heutzutage ihre große Bedeutung vor allem in der operativen Vorbehandlung. Angelegt werden sie in Extension oder auf extra zu diesem Zweck konstruierten Spanntischen oder -rahmen. Eine Rolle spielen hier besonders die Umkrümmungsquengelgipse und Längsextensionsquengelgipse, die durch ihre Verstellmöglichkeiten eine Vermehrung der Korrektur ermöglichen (STAGNARA, PERDRIOLLE 1958).

Mehrere aktive und passive Extensionsverfahren arbeiten nach dem Prinzip der Glisson-Schlinge. Aktiv erfolgt die Extension und Lockerung der Wirbelsäule mit dem "Ducroquet": Ein Extensionsgestell sitzt auf einem abnehmbaren Beckenkorb; mit Hilfe von Zuggurten übt der Patient mit eigener Kraft einen Längszug auf seine Wirbelsäule aus. M. LANGE hat bei diesem Verfahren Rumpferlängerungen von 7 bis 10 cm festgestellt (1965). In unserem Patientengut erfolgte die präoperative Behandlung - die apparative - ausschließlich mit dem "Ducroquet".

Für die Dauerextension eignet sich das Liegen im Schrägbett mit der Glisson-Schlinge. Im Extensionsbett nach Daubenspeck ist der Reibungswiderstand durch eine Gleitbahn ausgeschaltet.

Die "Cotrel Dynamic Spine Traction" bedient sich ebenfalls der Glisson-Schlinge. Die Extension erfolgt im Bett. Von der Glisson-Schlinge aus läuft ein Seil zum Kopfende des Bettes, von dort über eine Rolle zu den Füßen des Patienten. Das Becken des Patienten ist durch eine Gurtung am Fußende fixiert. Durch Strecken der Beine übt der Patient so eine Extension der Wirbelsäule aus (HENSINGER, MAC EWEN 1974).

Ein wirksames Mittel zur allmählichen schonenden Korrektur ist die Extension am "Halo", einem Kopfring, der mit Spannschrauben in der Tabula externa der Schädelkalotte befestigt wird. Die Abstützung des Extensionsgestells erfolgt entweder am Becken (Halo-Pelvic-Traction) oder am Oberschenkel (Halo-Femoral-Traction) (PITZEN, RÜSSLER 1973). Da ein starres Extensionsgestell Gefahren in sich birgt, sind Modifikationen entwickelt worden (ZIELKE 1975, NICKEL u. a. 1968).

2.4.2. Die operative Behandlung der Skoliose

Ältere Operationsverfahren, wie die Weichteiloperationen und die konvex- oder konkavseitigen Rippenresektionen, als alleinige Maßnahmen sind mittlerweile

überholt. Die heute absolut vorherrschenden Operationsverfahren sind die modifizierten dorsalen Versteifungsverfahren. HIBBS führte 1911 die erste operative Versteifung einer Wirbelsäule durch; seither wurde das Verfahren von vielen Operateuren modifiziert und kombiniert (ALLAN 1954, HIBBS 1924, MAX LANGE 1957, MOE 1958 et al.).

Im Prinzip kommen zwei Methoden der dorsalen Spondylodese zur Anwendung:

1. Die intraspinöse Versteifungsoperation nach ALBEE (1914, 1938), der die Dornfortsätze der Länge nach spaltete, sie auf der einen Seite an ihrer Basis infrakturierte und in den so geschaffenen Spalt einen kräftigen autogenen Knochenspan einsetzte.

Modifikationen: Der Knochenspan wird auf die angefrischten Wirbelbögen gelegt. Gewonnen wird der Span meist aus der Tibia.

2. Die interartikuläre Versteifungsoperation nach HIBBS-RISSER (Fusion-Operation), bei der die kleinen Wirbelgelenke verödet und die an ihrer Basis gekappten Dornfortsätze und hinteren Wirbelbögenabschnitte als kleine Knochenspäne zubereitet werden. Die Zwischenräume der hinten angefrischten Wirbelbögen werden mit diesen Knochenspänen überbrückt. Zusätzliches

Spanmaterial wird aus den Darmbeinschaukeln gewonnen.

Modifikationen: Verblockung der kleinen Wirbelgelenke durch autogene Knochenkeile; Kombination mit dem ALBEE-Span.

Bei unserem Patientengut wurde die Methode nach HIBBS-RISSER dahingehend modifiziert, daß die Gelenke im Bereich der Brustwirbelsäule nicht gezielt durch Entnahme der Gelenkfacetten versteift wurden, sondern nur durch Aufrauhung der Randabschnitte und Spananlagerung. Als Spanmaterial wurde durch ein zweites Operationsteam (Zeitersparnis) ein Tibiacorticalis-span entnommen, außerdem Spongiosamaterial aus dem Schienbeinkopf.

Zusätzlich zu dem autoplastischen Material kann - heute jedoch kaum noch - allo- und heteroplastisches Knochenbankmaterial zur Anwendung kommen. Dem autoplastischen Knochen wird jedoch die beste Einheilungstendenz nachgesagt (SCHEIER 1976).

Eine wichtige Ergänzung zu der klassischen Spondylose nach HIBBS veröffentlichte HARRINGTON 1962 das Verfahren der internen Fixation und Korrektur der Skoliose mit Hilfe von Distraktions- und Kompressionsstäben aus Stahl.

Das Prinzip der HARRINGTON-Technik:

Die Konvexseite der skoliotischen Krümmung wird durch Kompressionsstäbe verkürzt, die Konkavseite durch Distraktionsstäbe aufgedehnt bzw. verlängert. Der Distraktionsstab bekommt Halt durch zwei Haken, die ein oder zwei Segmente über den Neutralwirbel hinaus verankert werden. Der untere Haken wird in den Wirbelbogen eingesetzt, was eine Fensterung des Ligamentum flavum erfordert, der obere in das Wirbelgelenk bzw. den Gelenkfortsatz. Intraoperativ erfolgt die Aufdehnung der Krümmung durch einen in die Haken eingesetzten "Outrigger", der es ermöglicht, die Wirbelbögen, Dornfortsätze und Wirbelgelenke für die Aufnahme des Spanmaterials vorzubereiten. Danach wird der Distraktionsstab eingesetzt und mit einer Spezialzange am Stab die Endkorrektur durchgeführt. Die Verspannung auf der Konvexseite erfolgt in der der Distraktion entgegengesetzten Kraftrichtung. Bei tiefsitzenden lumbalen Krümmungen kann als unteres Widerlager für den Distraktionsstab ein sogenannter Sakralstab eingesetzt werden, der mit einem selbstschneidenden Gewinde versehen ist. Dieser Stab wird parallel zur queren Beckenachse durch die hinteren Abschnitte der Darmbeinschaufeln gebohrt. Zur Aufnahme des unteren Endes des Distraktionsstabes wird eine Muffe aufgesetzt.

Auf den Einsatz des Kompressionsstabes wird von vielen Autoren (GÖTZE, IMMENKAMP, MATTHIAS 1971, MICHEL, BES 1965, SCHEIER 1969) aus folgenden Gründen verzichtet:

1. Das Anbringen des Kompressionsstabes bedeutet eine erhebliche Verlängerung der Operationsdauer und damit eine Erhöhung des Infektionsrisikos.
2. Vor allem bei starken und starren Krümmungen läßt sich keine wesentliche zusätzliche Korrektur der seitlichen Verbiegung erzielen.
3. Die lordotische Komponente der meisten Skoliosen wird verstärkt.
4. Durch den Kompressionsstab und die zugehörigen Haken wird auf der Konvexseite die Anlagefläche für spongiöses Knochenmaterial verkleinert.
5. Die Querfortsätze, an denen die Kompressionshaken befestigt werden, halten nicht so großen Kräften stand wie die Gelenkfortsätze und Wirbelbögen, die für die Insertion der Distractionshaken verwendet werden.

Da die Ansatzpunkte der Distractionshaken nur begrenzten Belastungen standhalten, wurden Outrigger mit Dynamometer (ZIELKE, PELLIN 1972) und Spreizzangen mit elektronischen Druckmeßmöglichkeiten (ZIELKE,

PELLIN 1972) entwickelt. Dadurch kann intraoperativ eine Überbelastung der beanspruchten Wirbelteile vermieden werden. Für das HARRINGTON-Verfahren typische Komplikationen, wie Hakenausrisse oder Wirbelbogenbrüche, werden wesentlich seltener bei Benutzung dieser Instrumente.

Außerdem wurde zur Anwendung der oberen Distraktionskräfte ein an der Spitze gekerbter Distraktionshaken entwickelt (ZIELKE, PELLIN 1972). Dieser umfaßt die Bogenwurzel und kann nicht nach lateral abrutschen.

Bei leichten und mittelstarken Fällen läßt sich mit dem Querstabilisationssystem nach COTREL eine höhere Korrektur erzielen (MORSCHER 1971, PELLIN 1974). Der Querstabilisator ist eine Zugverbindung zwischen Kompressions- und Distraktionsstab im Scheitel der Krümmung. Die Wirbelsäule wird an den Distraktionsstab herangezogen. Nach MORSCHER (1971) bleibt durch den Querstabilisator die Distraktionskraft des HARRINGTON-Stabes über Monate erhalten. Als Einwand gegen das Querstabilisationssystem kann geltend gemacht werden, daß es eventuell die Wirbelrotation fördert.

Das ventrale Operationsverfahren nach DWYER sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

3. Auswertungskriterien und Durchführung

3.1. Untersuchtes Patientenkollektiv und Meßtechnik

Für diese Arbeit wurden die Krankenblätter und Röntgenbilder der Patienten herangezogen, die von 1966 bis Juli 1974 in der Orthopädischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Dortmund wegen einer Skoliose einer dorsalen Spondylodese unterzogen wurden. In der Klinikleitung erfolgte am 1. 4. 70 ein Wechsel. Jedoch blieb die operative Behandlung der Skoliosen in ihren Grundzügen unverändert.

Alle Patienten wurden in einer Sitzung operiert. 51 Krankengeschichten wurden ausgewertet. Im September 1976 wurden alle 51 Patienten zum Röntgen und zur klinischen Untersuchung einbestellt. Trotz teilweise mehrfachen Anschreibens kamen nur 27 Patienten in die Klinik; teilweise waren die Adressen nicht mehr zu ermitteln, teilweise waren die Patienten verhin-
dert. Zwei ausländische Patientinnen waren wahrscheinlich in ihre Heimatländer zurückgekehrt. Ein Großteil der Patienten blieb der Untersuchung aus unersichtlichen Gründen fern.

Es wurde das Material an Röntgenbildern für die Auswertung herangezogen, das im September 1976 vorhanden war. Dabei handelte es sich um Stehaufnahmen (bis auf

die direkt postoperativ angefertigten Röntgenbilder). Die Aufnahmen waren alle unter gleichen Bedingungen entstanden. Auf den Bildern kam ein 5-cm-Gitternetz mit zur Abbildung. Dies erleichterte die Auswertung der Aufnahmen in Hinsicht auf einen Beckenschiefstand und seitlichen Überhang erheblich.

Ausgemessen wurden die Röntgenbilder ausnahmslos nach der COBB'schen Messmethode (COBB 1948). Dazu werden die die Krümmung begrenzenden Neutralwirbel aufgesucht. Neutralwirbel sind die Wirbel, deren Achsen die größten Abweichungen aus der Sagittalebene aufweisen bzw. deren benachbarte Bandscheibenräume durch parallel verlaufende Deckplatten begrenzt sind. Sodann werden beim oberen Neutralwirbel durch die obere, beim unteren Neutralwirbel durch die untere Deckplatte die Geraden gezeichnet. Der Schnittwinkel der beiden Geraden, der bei einer starken Krümmung auf dem Röntgenbild zu liegen kommt, ist der Skoliosewinkel nach COBB. Bei nicht so stark ausgeprägten Krümmungen hilft man sich, indem man auf den Deckplattengeraden die Senkrechten errichtet. Deren Schnittwinkel ist dann der Skoliosewinkel nach COBB.

GEORGE und RIPPSTEIN (1961) untersuchten die Unterschiede zwischen der Meßmethode nach COBB und der nach FERGUSON, die den Scheitelwirbel der Krümmung

in die Messung mit einbezieht. Danach sind die Winkelwerte präoperativ nach COBB gemessen größer als nach der Methode FERGUSON, nach der Operation dagegen kleiner. Somit ergibt die Meßmethode nach COBB gradmäßig eine "bessere" Korrektur.

NEUGEBAUER (1972) kommt bei einer Analyse der beiden Meßmethoden zu dem Schluß, daß COBB das Maß der Krümmung, FERGUSON das der relativen Seitabweichung angibt.

3.2. Beobachtungszeitraum

Der Zeitraum zwischen Operation und Datum der letzten Röntgenkontrolluntersuchung wird aus folgender Aufstellung ersichtlich:

<u>Beobachtungszeitraum</u>	<u>Patientenzahl</u>
in Jahren	
0	1
1	10
2	9
3	11
4	7
5	6
6	1
7	1
8	2
ohne Bilder	1
ohne postoperative Bilder	2

Im Mittel betrug die Zeitdauer der Beobachtung bei den 48 Patienten mit postoperativen Bildern 3,08 Jahre. Daß die mittlere Beobachtungsdauer nicht länger ist, liegt daran, daß es ein Großteil der Patienten nicht für erforderlich hielt, auch noch nach einem Zeitraum von mehreren Jahren nach der Operation zur Nachuntersuchung zu erscheinen. Es sei denn, zwischenzeitlich traten Schmerzen, Komplikationen oder ein spürbarer Korrekturverlust auf.

3.3. Einschränkungen zur Allgemeingültigkeit

1. Die Arbeit stützt sich auf ein zu kleines Patientenkollektiv. 51 Patienten, die zudem noch die unterschiedlichsten Skoliosetypen und Operationsverfahren aufweisen, bieten eine zu geringe Grundlage für weitergehende Schlußfolgerungen.
2. Innerhalb dieser sehr inhomogenen Patientengruppe gibt es keine Untergruppen, die - schon rein zahlenmäßig - Vergleiche zulassen, z. B. einen Vergleich zwischen der Korrigierbarkeit der idiopathischen Thorakal- und Lumbalskoliose.
3. Mit zunehmendem Beobachtungszeitraum setzt die oben beschriebene Negativauslese ein, d. h. die nach Jahren gemessenen Korrekturergebnisse einiger Patienten mit Komplikationen, spürbarem Korrekturverlust usw. geben nicht die Korrekturergebnisse des ganzen Patientenkollektivs wieder.

4. Charakterisierung der Skoliosen im untersuchten Patientenkollektiv

4.1. Morphologische Kriterien

4.1.1. Allgemeines

Von den 51 Patienten des untersuchten Patientengutes waren 39 gleich 76,5 % Träger idiopathischer Skoliosen.

Die zweitstärkste Gruppe stellten die Skoliosen nach Poliomyelitis: 4 Patienten gleich 7,8 %.

Drei Mißbildungsskoliosen waren vertreten. Unter Mißbildungen sind in diesem Zusammenhang ganz streng angeborene Wirbelsäulenmißbildungen zu verstehen. In einem Fall lag bei einer sakralen Spina bifida ein Übergangswirbel bei Sakrale 1 vor. Bei der zweiten Patientin war ein Status dysraphicus vorhanden. Die dritte Patientin hatte einen Schmetterlingswirbel bei Thorakale 10. Die drei Mißbildungsskoliosen stellten einen Anteil von 5,9 % am Gesamtpatientengut dar.

Als gesonderte Gruppe müssen die drei Patienten gleich 5,9 % mit einer Kyphoskoliose betrachtet werden. Zwei der Kyphoskoliosen waren auf einen Morbus Scheuermann zurückzuführen. Jeweils waren ein Junge

und ein Mädchen betroffen. Ein Mädchen war Trägerin einer Kyphoskoliose unbekannter Ätiologie. Bei der Auswertung wurden lediglich die Skoliosewinkel berücksichtigt; der Kyphosewinkel geht nicht in das Ergebnis ein. Die Kyphoskoliosen sollen den reinen Skoliosen gegenübergestellt werden.

Eine Patientin litt unter einer statischen Lumbalskoliose. Im Alter von 10 Jahren erlitt das Mädchen einen Autounfall, bei dem es sich einen rechtsseitigen Oberschenkelhalsbruch zuzog. Zurückblieb rechts eine Beinverkürzung, deren Ausmaß leider nicht aus der Krankengeschichte zu ersehen war; diese Beinverkürzung führte im Alter von 14 Jahren zur Manifestation einer linkskonvexen Lumbalskoliose mit thorakaler Gegenkrümmung.

Infolge eines Geburtstraumas hatte sich bei einer Patientin eine rechtsseitige ERB'sche Lähmung eingestellt, die bereits im ersten Lebensjahr zur Manifestation einer einbogigen rechtskonvexen Thorakalskoliose geführt hat.

4.1.2. Klassifizierung nach Bogigkeit

Ausgewertet wurden 50 Fälle gleich 100 %. Bei einer Patientin fehlten die Angaben zur Bogigkeit. 19 Pa-

tienten zeigten eine einbogige Skoliose (s. S. 3), 30 Patienten eine zweibogige und ein Patient eine ausgeprägte Tripelskoliose. Aufgeschlüsselt nach den Skoliosestypen ergab sich für die idiopathischen Skoliosen folgendes Bild (39 Patienten gleich 100 %):

einbogig:	11 Patienten gleich 28,2 %
zweibogig:	26 Patienten gleich 66,7 %
dreibogig:	1 Patient gleich 2,6 %
fehlende Angabe:	1 Patient gleich 2,6 %

Drei der hier aufgeführten zweibogigen idiopathischen Skoliosen müssen als Lumbalskoliosen angesehen werden, da ihre Lumbalkrümmungen wesentlich stärker ausgeprägt sind als die Thorakalkrümmungen.

Für die Skoliosen nach Poliomyelitis ergab sich, daß alle vier Patienten eine einbogige Skoliose zeigten. Die Skoliosekomponente der drei Kyphoskoliosen war ebenfalls einbogig; desgleichen die Skoliose nach ERB'scher Lähmung. Die Mißbildungsskoliosen zeigten alle drei Zweibogigkeit.

4.1.3. Konvexität

Eine obere bzw. einzige Krümmung mit nach rechts gerichteter Konvexität zeigten 50 Skoliosen. Das heißt für die vier Lumbalskoliosen des Kollektivs, daß die Konvexität der lumbalen Primärkrümmung nach links

gerichtet war. Eine Kyphoskoliose nach Morbus Scheuermann ließ eine nach links gerichtete Konvexität erkennen.

4.1.4. Überhang

Unter Überhang ist hier das Abweichen der oberen Halswirbelsäule nach einer Seite hin zu verstehen, wenn man über dem Sakrum das Lot errichtet.

Damit die Zentimeterangaben nicht ohne Zusammenhang stehen, seien ihnen die postoperativen Werte gegenübergestellt:

	<u>präoperativ</u>	<u>postoperativ</u>
durchschnittlich	1,8 cm n. links	1,6 cm n. links
Bereich	li. 6 cm b. re. 5 cm	li. 4 cm b. re. 2 cm
ohne Überhang	7 Patienten	9 Patienten
fehlende Angabe	14 Patienten	10 Patienten
ohne bzw. 1 cm Überhang re. oder li.	18 Pat. (35,5 %)	17 Pat. (33,3 %)

Aus diesen Gegenüberstellungen ist zu ersehen, daß
1. im Durchschnitt zwar der Überhang des Oberkörpers

nicht behoben wurde durch die Operation, aber
2. sich extreme Überhänge von 5 cm oder 6 cm jedoch
beseitigen ließen.

4.1.5. Beckenschiefstand

20 Patienten zeigten keinen Beckenschiefstand gleich
39,2 %. Bei 15 Patienten gleich 29,4 % konnte ein
manifestes Beckenschiefstand röntgenologisch nachge-
wiesen werden. Zu 15 Fällen gleich 29,4 % lag keine
Angabe über einen Beckenschiefstand vor.

4.1.6.1. Lage der Scheitelwirbel der kranialen Krümmungen

Untersucht wurden 51 Krümmungen gleich 100 %. Bei
Thorakale 8,8 lag im Mittel der Scheitel der oberen
bzw. einzigen Krümmung. 35 der Patienten gleich
68,6 % zeigten als oberen bzw. einzigen Scheitelwir-
bel Thorakale 8 oder 9.

Die vier Lumbalskoliosen wichen in den Scheiteln
ihrer thorakalen Gegenkrümmungen nicht stark von den
thorakalen Primärkrümmungen ab. Die Scheitel der
thorakalen Gegenkrümmungen waren: Thorakale 7, 8, 9
und 10. Im Mittel also Thorakale 8,5.

Die vier einbogigen Polioskoliosen hatten als Scheitelwirbel die Wirbelkörper Thorakale 6, 8, 10 und 10. Im Durchschnitt also Thorakale 8,5.

4.1.6.2. Lage der Scheitelwirbel der kaudalen Krümmungen

Ausgewertet wurden 31 lumbale Krümmungen gleich 100 %. Der Häufigkeitsgipfel lag bei Lumbale 2 und 3. 25 lumbale Krümmungen gleich 80,6 % zeigten diese beiden Wirbelkörper als Scheitelwirbel. Im Durchschnitt lag der Scheitel bei Lumbale 2,5. Der Schwankungsbereich erstreckte sich von Lumbale 1 bis Lumbale 4.

Die Scheitelwirbel der lumbalen Primärkrümmungen waren Lumbale 1, 1, 2 und 2, also im Mittel Lumbale 1,5 und somit ein Segment tiefer als der Durchschnitt aller 31 lumbalen Krümmungen.

4.1.7.1. Segmentanzahl der oberen bzw. der einzigen Krümmung

Die Länge der oberen Krümmungen betrug im Mittel 11,7 Segmente. Sie schwankt zwischen 7 und 15 Segmenten. 21 obere bzw. einzige Krümmungen gleich 41,2 % hatten eine Länge von 11 oder 12 Segmenten.

Die 19 einbogigen Thorakalskoliosen erstreckten sich im Schnitt über 12,2 Segmente - bei einem Streubreich von 9 bis 14 Segmenten.

Am weitesten reichten die vier einbogigen Polioskoliosen: Sie erreichten eine Segmentzahl von im Mittel 13 (12, 12, 14 und 14).

4.1.7.2. Segmentzahl der unteren Krümmung

Untersucht wurden 31 Krümmungen gleich 100 %. Im Mittel erreichten die unteren Krümmungen eine Länge von 9,2 Segmenten in einem Bereich von 7 bis 12 Segmenten. 25 Krümmungen wiesen eine Reichweite von 9 oder 10 Segmenten auf (gleich 80,6 %).

Die vier primären Lumbalkrümmungen zeigten mit einer durchschnittlichen Länge von 9,3 Segmenten (8, 9, 10 und 10) keine Abweichung von der Gesamtzahl der 31 Lumbalkrümmungen.

4.1.8. Präoperative Skoliosewinkel gemessen nach der Methode von COBB

Ausgemessen werden konnten 77 Krümmungen. Von diesen 77 Krümmungen waren: 30 Primärkrümmungen, 28 Sekundärkrümmungen und 19 Solitärkrümmungen (einbogige

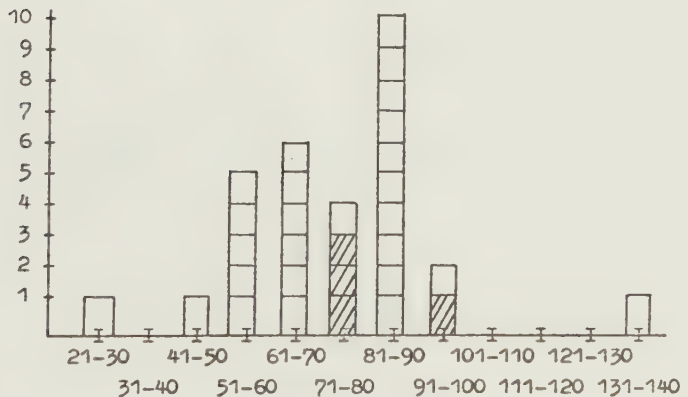
Skoliosen mit zwei benachbarten kompensatorischen Gegenkrümmungen). Bei sämtlichen ausgewerteten präoperativen Röntgenbildern handelte es sich um Aufnahmen im Stehen.

Im Gesamtdurchschnitt aller Krümmungen betrug der Skoliosewinkel 66° bei der stationären Aufnahme. Die 30 gemessenen Primärkrümmungen - davon 4 lumbale, der Rest thorakal - zeigten im Mittel einen Krümmungswinkel von 75° . Der kleinste ausgemessene Primärkrümmungswinkel war 28° , der größte 140° . Die 19 einbogigen Skoliosen - einschließlich drei einbogige skoliotische Komponenten der Kyphoskoliosen - zeigten im Mittel $71,7^{\circ}$ - im Bereich von 4° (eine Kyphoskoliose) bis 121° . Ohne die drei Kyphoskoliosen lag der Durchschnitt der einbogigen Skoliosen bei $77,9^{\circ}$ und schwankte zwischen 30° und 121° . Die vier einbogigen Skoliosen nach Poliomyelitis ergaben folgende präoperativen Winkelgrade: 48° , 86° , 107° und 117° - im Durchschnitt $89,5^{\circ}$. Somit stellen die einbogigen Polioskoliosen die Skoliosegruppe mit dem schwersten Ausprägungsgrad dar.

Die Krümmungswinkel der Primärkrümmungen bei den drei Mißbildungsskoliosen betrugen 28° , 60° und 140° - im Durchschnitt 76° . Die vier lumbalen Primärkrümmungen waren wie folgt ausgeprägt: 72° , 72° , 79°

und 96° - im Mittelwert $79,8^{\circ}$. Die 28 ausgemessenen Sekundärkrümmungen seien als eine Gruppe zusammengefaßt. Hier lag der Winkel im Mittel bei $52,5^{\circ}$ bei einer Schwankung zwischen 17° und 85° .

Häufigkeitsverteilung der 26 thorakalen und vier lumbalen Primärkrümmungen in der Graphik:



Ordinate: Zahl der Krümmungen

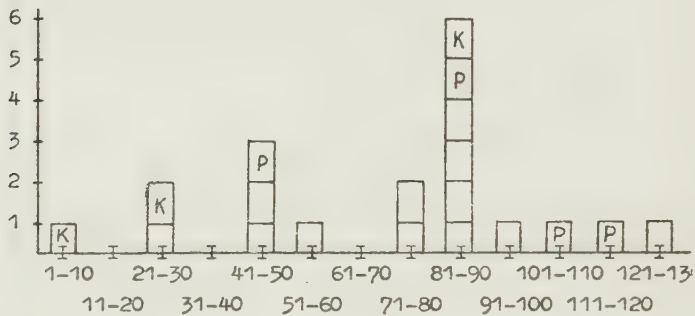
Abszisse: Gemessene Winkel in Grad

Die vier lumbalen Krümmungen sind schraffiert dargestellt.

Das eindeutige Häufigkeitsmaximum der thorakalen Primärkrümmungen liegt also im Bereich 81° bis 90° ; allein 10 der 26 Krümmungen finden wir dort.

Drei der vier lumbalen Primärkrümmungen liegen zwischen 71° und 80° .

Häufigkeitsverteilung der 19 einbogigen Skoliosen in der Graphik:



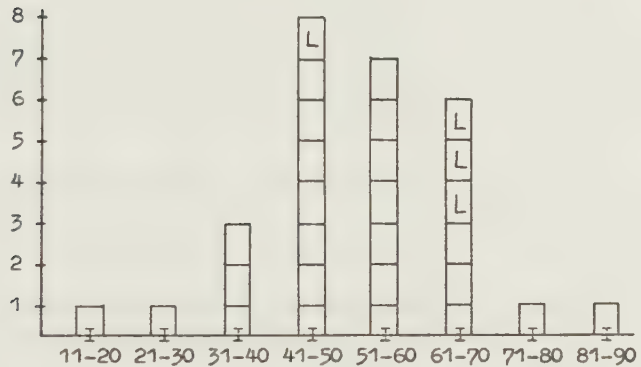
Ordinate: Zahl der Fälle

Abszisse: Winkelgrade

K und P stehen jeweils für eine Kypho- bzw. Polio-skoliose.

6 der 19 einbogigen Skoliosen liegen allein im Bereich von 81° bis 90° . Sie zeigen somit denselben Häufigkeitsgipfel wie die thorakalen Primärkrümmungen.

Häufigkeitsverteilung der 24 lumbalen und 4 thorakalen Sekundärkrümmungen:



Ordinate: Zahl der Sekundärkrümmungen

Abszisse: Winkelgrade

L steht für die Sekundärkrümmungen der vier Lumbalskoliosen.

Das Maximum der Verteilung liegt eindeutig zwischen 41° und 60° . 24 der 28 Sekundärkrümmungen weisen einen Winkel von 31° bis 70° auf.

4.2. Erkennungsalter

Im Gesamtkollektiv betrug das Durchschnittserkennungsalter 9,2 Jahre. Die idiopathischen Skoliosen wurden im Durchschnitt mit 9,7 Jahren erkannt - bei einer Verteilung vom 1. bis zum 15. Lebensjahr.

Mit 6,8 Jahren als Erkennungsalter wurden die Skoliosen infolge Poliomyelitis um ein deutliches früher erkannt. Hier lag die Spanne der Erkennung zwischen dem 5. und 9. Lebensjahr. Zurückzuführen ist das frühe Erkennungsalter sicherlich auf das akute Auftreten oder zumindest die sehr schnelle Entwicklung der Skoliosen infolge Poliomyelitis im Gegensatz zur Mehrzahl der idiopathischen Skoliosen.

Die drei Mißbildungsskoliosen des Kollektivs wurden im Alter von 2, 4 und 12 Jahren bemerkt. Hier gilt abgewandelt dasselbe wie oben für die Polioskoliosen dargelegt wurde: Gemäß dem angeborenen Charakter der Mißbildung ist mit einem frühzeitigen Inerscheintreten der Skoliose zu rechnen.

Die Skoliose nach Beinverkürzung wurde im Alter von 14 Jahren beobachtet.

Die Sonderstellung der Kyphoskoliosen drückt sich auch in ihrem Erkennungsalter aus. Sie wurden im Alter von 8, 12 und 13 Jahren erkannt - im Durchschnitt also im 11. Lebensjahr. Allerdings muß unbedingt angemerkt werden, daß aufgrund von drei Fällen keine allgemeingültige Aussage getroffen werden kann.

Die einzige Skoliose nach einer ERB'schen Lähmung wurde im ersten Lebensjahr erkannt.

Die Auswertung der Sammelstatistik operierter Skoliosen von 1960 bis 1973 ergab übereinstimmend mit meinen Ergebnissen für das Erkennen der idiopathischen Skoliosen einen späteren Häufigkeitsgipfel gegenüber den Skoliosen nach Poliomyelitis: 3 % der Polioskoliosen und der idiopathischen Skoliosen wurden im ersten Lebensjahr erkannt. Im 3. bis 6. Lebensjahr wurden 29 % der Lähmungsskoliosen und 19 % der idiopathischen Skoliosen beobachtet; im 7. bis 10. Lebensjahr 26 % der Lähmungsskoliosen und 31 % der idiopathischen Skoliosen. Nach dem 10. Lebensjahr wurden 20 % der Lähmungsskoliosen und 38 % der idiopathischen Skoliosen bemerkt (multizentrische retrospektive Erhebungen an 1681 in den Jahren 1960 bis 1973 operativ von dorsal versteiften Skoliosen; 2. Entwurf des Referates, basierend auf dem Stand der Auswertung vom 31. 12. 74, G. Rompe, Heidelberg).

Bei den 39 hier erfaßten idiopathischen Skoliosen wurden die pathologischen Veränderungen der Wirbelsäule in folgenden Lebensjahren der Patienten erstmals bemerkt:

Alter des Auftretens	Anzahl der Patienten
----------------------	----------------------

1	1
2	-
3	1
4	1
5	1
6	3
7	4
8	4
9	1
10	2
11	3
12	6
13	5
14	2
15	2

Bei drei Patienten war das Alter des erstmaligen Auftretens nicht aus der Krankengeschichte zu entnehmen.

Es sind also deutlich zwei Häufigkeitsgipfel des Auftretens der idiopathischen Skoliosen zu erkennen:

1. zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr,
2. zwischen dem 11. und 14. Lebensjahr, also zeitgleich mit dem Auftreten der Pubertät.

DUNKEL stellte (med. Diss., Münster 1967) ebenfalls diese Häufigkeitsverteilung fest, außerdem noch einen nicht so deutlichen dritten Gipfel im Kleinkindalter, der in meinen Erhebungen nicht zum Tragen kommt.

Immer wieder wird in der Literatur das charakteristische Auftreten der idiopathischen Skoliose kurz vor oder in der Adoleszenz herausgestellt (LANGE 1957).

4.3. Geschlechtsverteilung

44 der 51 Patienten des Gesamtkollektivs waren weiblich. Das entspricht 86,3 %. 7 waren männlich gleich 13,7 %. Das ergibt ein Verhältnis von m : w wie 1 : 6.

Aufgeschlüsselt stellt sich für die idiopathischen Skoliosen die Verteilung wie folgt dar (39 Patienten gleich 100 %):

34 weiblich = 87,2 %

5 männlich = 12,8 %

entspricht m : w = 1 : 7.

Für die 4 Skoliosen nach Poliomyelitis:

m : w = 1 : 3

Für die drei Kyphoskoliosen:

m : w = 1 : 2

Die Träger der Mißbildungsskoliosen waren alle drei weiblich. Bei dem Fall von Skoliose infolge geburts-traumatisch bedingter ERB'scher Lähmung handelt es sich ebenfalls um ein Mädchen - wie auch bei der Skoliose nach traumatisch bedingter Beinverkürzung.

Die in der DGOT-Sammelstatistik festgestellte Geschlechtsverteilung war für die idiopathischen Skoliosen $m : w$ wie $1 : 6$; für die Skoliosen nach Poliomyelitis $1 : 1$. Die Arbeit von SPIETH (med. Diss., Münster 1970) zeigt für die Verteilung der idiopathischen Skoliosen ein Verhältnis von $m : w$ wie $1 : 4$, für die Lähmungsskoliosen $m : w$ gleich $1 : 2$.

Allgemein kann man aussagen, daß die in der Literatur für die Geschlechtsverteilung angegebenen Zahlenverhältnisse mit meinen Untersuchungsergebnissen übereinstimmen (HIBBS 1931, BRODGEN 1936, DUNKEL 1967). AEPPLI (1963) spricht von einer Gynäkotropie der idiopathischen Skoliosen.

5. Präoperative, operative und postoperative Behandlung unserer Patienten

5.1. Art und Dauer der präoperativen Behandlung

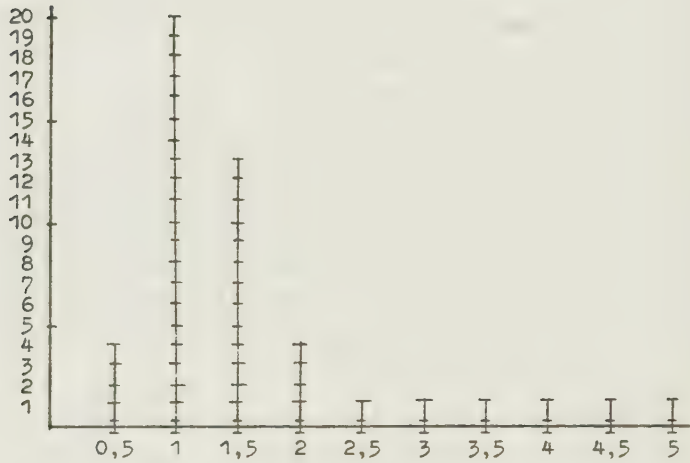
In 25 der 51 Fälle - das entspricht 49 % - wurde die präoperative Behandlung als Redressionsbehandlung mit dem DUCROQUET-Korsett durchgeführt: Die Patienten extendierten mehrfach täglich eine Viertelstunde lang mit aller Kraft. Wöchentlich wurde der Längenzuwachs in Zentimeter gemessen. Bei Stillstand wurde dann die Operation angesetzt. Die DUCROQUET-Extension hat sich als gute aktive Vorbehandlung erwiesen, die die Patienten sehr gut dosieren können. Überextension und damit neurologische Ausfälle und Fälle von Ileus wurden vermieden.

In 5 Fällen - gleich 9,8 % - erfolgte die präoperative Redression durch das DUCROQUET-Korsett und jeweils Gipse. Bei 17 Patienten - gleich 33,3 % - fehlten die Angaben zur Art der Redressionsbehandlung in den Krankengeschichten; wahrscheinlich wurde jedoch auch in diesen Fällen mit dem DUCROQUET-Korsett vorbehandelt. Ohne jegliche präoperative Redression wurden vier Patienten operiert: eine Kyphoskoliose nach Morbus Scheuermann, eine Skoliose nach Poliomyelitis, die Mißbildungsskoliose aufgrund eines Schmetterlingswirbels bei Thorakale 10 und eine

einbogige idiopathische Thorakalskoliose. Alle Patienten wurden in der präoperativen Phase mit einer intensiven Gymnastik und Atemgymnastik behandelt, deren Zeitdauer parallel zur Redressionsbehandlung lag.

Die Dauer der präoperativen Redressionsbehandlung richtete sich nach dem Schweregrad und der passiven Aufrichtbarkeit der Krümmung. Im Mittel erstreckte sie sich über 1,6 Monate. Die kürzeste präoperative Redressionsbehandlung dauerte 2 Wochen, die längste 5 Monate.

Die Verteilung ist aus folgendem Diagramm ersichtlich:



Ordinate: Patientenzahl

Abszisse: Dauer der präoperativen Redressionsbehandlung in Monaten

Die weitaus meisten der Patienten - nämlich 33 von 47 - wurden einer ein- bis eineinhalbmonatigen Redressionsbehandlung unterworfen.

5.2. Operative Behandlung

5.2.1. Operationsalter

Das Durchschnittsoperationsalter lag im Gesamtkollektiv bei 15,6 Jahren. Das früheste Lebensjahr, in dem eine Skoliose operativ angegangen wurde, war das 11. Lebensjahr, das späteste das 26. Lebensjahr.

Für die idiopathischen Skoliosen ergab sich ein Operationsalter von im Mittel 16,5 Jahren bei einem Bereich vom 11. bis zum 26. Lebensjahr. Die Skoliosen nach Poliomyelitis wurden im Alter von 12, 14, 14 und 20 Jahren operiert - im Durchschnitt also im 15. Lebensjahr. Die drei Mißbildungsskoliosen wurden im Alter von 11, 13 und 14 Jahren operativ angegangen. Die Skoliose nach der traumatischen Beinverkürzung wurde im Alter von 21 Jahren operativ korrigiert, die drei Kyphoskoliosen mit 14, 17 und 18 Jahren, die Skoliose nach ERB'scher Plexuslähmung mit 12 Jahren.

Aus der folgenden Tabelle kann ersehen werden, daß mehr als die Hälfte der Patienten - nämlich 28 - im Alter von 13 bis 16 Jahren operiert worden sind. Die Operation im 26. Lebensjahr muß als Ausnahme angesehen werden. Insgesamt wurden jenseits des 19. Le-

bensjahres nur 6 der 51 Operationen durchgeführt.

Verteilung des Operationsalters innerhalb der Patientengruppe in der Tabelle:

Lebensalter bei der Operation	Anzahl der Patienten
11	3 M
12	4 P E
13	5 M
14	11 P P M K
15	6
16	6
17	4 K
18	2 K
19	4
20	2 P
21	2 B
22	1
23	-
24	-
25	-
26	1

M steht für Mißbildungskoliose, P für Polioskoliose, E für Skoliose nach ERB'scher Lähmung, K für Kyphoskoliose und B für die Skoliose nach traumatisch bedingter Beinverkürzung.

Es fällt auf, daß die drei Mißbildungskoliosen relativ früh einer Operation unterzogen wurden.

Die Auswertung der Sammelstatistik operierter Skoliosen von 1960 bis 1973, basierend auf dem Stand der Auswertung vom 31. 12. 74, fand folgende Verteilung für das Operationsalter:

Bis zum Lebensalter von 9 Jahren wurden 5 % der Lähmungsskoliosen und 7 % der idiopathischen Skoliosen operiert, zwischen dem 10. und 13. Lebensjahr 32 % der Lähmungsskoliosen und 34 % der idiopathischen Skoliosen; im Alter zwischen 14 und 17 Jahren wurden 44 % der Lähmungsskoliosen und 58 % der idiopathischen Skoliosen operativ angegangen. Jenseits des 18. Lebensjahres wurden 15 % der Lähmungsskoliosen und 0 % der rechtskonvexen idiopathischen Thorakalskoliosen operiert (multizentrische retrospektive Erhebungen an 1681 in den Jahren 1960 bis 1973 operativ von dorsal versteiften Skoliosen; 2. Entwurf des Referates, basierend auf dem Stand der Auswertung vom 31. 12. 74, G. Rompe, Heidelberg).

Das in dieser Auswertung festgestellte Verteilungsmaximum des Operationsalters für die idiopathischen Skoliosen vom 15. bis 18. Lebensjahr deckt sich also voll mit unseren eigenen Erhebungen. Für die Polio-skoliosen des eigenen Krankengutes kann aufgrund der kleinen Fallzahl von vier Patienten kein Vergleich angestellt werden.

5.2.2. Operationsjahre

Die erste der Operationen, mit denen sich diese Arbeit befaßt, fand im Jahre 1966 statt. Im Jahre 1967 war es ebenfalls nur eine Operation. 1968 waren es bereits sechs Operationen, davon zum ersten Mal drei unter Einsatz des Harrington-Instrumentariums. Im Jahre 1969 wurden vier Skoliosen operativ angegangen, davon zwei unter Anwendung des Harrington-Instrumentariums. Zwei Operationen nach Harrington waren es im Jahre 1970. Neun Skoliosepatienten wurden im Jahre 1971 operativ behandelt; alle wurden mit einem Harrington-Instrumentarium versehen. 1972 wurden ebenfalls neun Patienten einer Skolioseoperation unter Verwendung des Harrington-Instrumentariums unterzogen. 14 Fälle wurden im Jahre 1973 operiert, davon einer ohne Versorgung mit einem Harrington-Instrumentarium. In der ersten Hälfte des Jahres 1974 waren es fünf Skoliosepatienten, die alle ein Harrington-Instrumentarium erhielten.

5.2.3. Einsatz des Harrington-Instrumentariums

Von den 51 operierten Patienten wurden 43 - gleich 84,3 % - mit einem Harrington-Instrumentarium versehen. Im einzelnen ergab sich folgende Verteilung für die unterschiedlichen Anwendungsarten des Harrington-Instrumentariums:

21 Patienten - gleich 48,8 % - wurden mit einem Distraktionsstab über eine Krümmung versorgt (43 Patienten seien hier 100 %). Einen Distraktions- und einen Kompressionsstab über jeweils ein und dieselbe Krümmung erhielten sechs Patienten - gleich 14 %. Vier Patienten wurden mit zwei Distraktionsstäben über eine Krümmung versehen - gleich 9,3 %. Bei drei Patienten wurde ein Dollarstab eingesetzt - gleich 7 %. Ebenfalls bei drei Patienten - den drei Patienten mit Kyphoskoliose - kamen zwei Kompressionsstäbe über eine Krümmung zum Einsatz. Mit folgenden Variationen des Harrington-Instrumentariums wurde bei jeweils einem Patienten operiert: ein Distraktionsstab mit Sakralstab, zwei Distraktionsstäbe über eine Krümmung plus Sakralstab, zwei Distraktionsstäbe über zwei Krümmungen und Sakralstab, zwei Distraktionsstäbe über zwei Krümmungen, zwei Distraktionsstäbe zusammen mit einem Kompressionsstab über eine Krümmung und zwei Distraktionsstäbe - je einer über eine Krümmung.

Insgesamt kamen also 11 unterschiedliche Varianten oder Kombinationen des Harrington-Instrumentariums zum Einsatz. Schon allein aus dieser Zahl läßt sich ersehen, wie variabel sich das Harrington-Instrumentarium bei jeder Operation den Erfordernissen der jeweiligen Skoliose anpassen läßt hinsichtlich Aus-

präigungsgrad, Aufrichtbarkeit, Lokalisation und anderer Faktoren, wie zum Beispiel einer kyphotischen Komponente.

5.2.4. Spondylodesebereich

Die durchschnittliche Länge des Spondylodesebereichs betrug 10,8 Segmente. Die obere Spondylodesezugrenze war im Mittel Thorakale 4,9 (Thorakale 1 bis Thorakale 12), die untere Lumbale 2,7 (Thorakale 11 bis Sakrale 1). Wichtiger jedoch als die absolute Längenausdehnung der Spondylodese ist ihre Reichweite in bezug auf die die Krümmungen begrenzenden Neutralwirbel, da letztlich die erreichte Korrektur nicht so sehr von dem implantierten Metallstab abhängt, sondern von der Stabilität und Reichweite der Spanstraße im Spondylodesebereich. Der Metallstab hat nur für die Zeit der plastischen Verformbarkeit der hinteren Spondylodese stabilisierende Funktion (H. G. GÖTZE, M. IMMENKAMP, H. H. MATTHIAS, 1971, Münster).

Nach oben reichte die Spondylodese im Mittel 0,75 Segmente über den oberen Neutralwirbel der oberen Krümmung hinaus; die untere Grenze der Spondylodese war im Durchschnitt mit dem unteren Neutralwirbel der unteren bzw. einzigen Krümmung identisch.

Für die 35 idiopathischen Skoliosen mit thorakalen Primärkrümmungen gilt, daß die Spondylodese sich im Mittel 1,1 Segment über den oberen Neutralwirbel hinaus erstreckte; die untere Grenze lag im Durchschnitt 0,5 Segmente vor dem unteren Neutralwirbel der lumbalen Sekundärkrümmung. Bei den vier einbogigen Polioskoliosen war der obere Neutralwirbel mit der Spondylodesegrenze identisch; nach unten erstreckte sich die Spondylodese im Mittel 1,25 Segmente über den unteren Neutralwirbel der Krümmung hinaus.

Die Spondylodese bei den drei idiopathischen Skoliosen mit lumbaler Primärkrümmung endete im Durchschnitt oben 1,3 Segmente vor dem oberen Neutralwirbel der thorakalen Gegenkrümmung. Hier sei darauf hingewiesen, daß es im allgemeinen nicht erforderlich ist, bei zweibogigen Skoliosen beide Krümmungen zu versteifen. Es reicht aus, die stärker ausgeprägte Krümmung einer Spondylodese zu unterziehen, zumal das Infektionsrisiko bei einzeitigen Operationssitzungen zum Zwecke solch ausgedehnter Spondylodesen stark erhöht ist (H. G. GÖTZE, M. IMMENKAMP, H. H. MATTHIAS, 1971, Münster). Dies gilt besonders für primäre Lumbalskoliosen, wenn mit einer Aufrichtung der proximalen Wirbelsäule gerechnet werden kann (LANGE 1957). Nach unten hin reichten die Spondylo-

desen der drei idiopathischen Lumbalskoliosen 1,7
Segmente über den unteren Neutralwirbel der Pri-
märkrümmung hinaus.

Die Spondylodesegrenzen der übrigen Fälle sollen
hier nicht aufgeführt sein, da aufgrund ihrer ge-
ringen Anzahl keine Rückschlüsse gezogen werden
können.

5.3. Postoperative Behandlung

Die strenge postoperative Liegezeit in der Gips-liegeschale erstreckte sich im Mittel für 48 Patienten über 9,6 Wochen bei einer Spanne von 6 Wochen bis 6 Monaten. Bei drei Patienten war die Liegezeit nicht aus den Krankenblättern zu ersehen.

Für die Patienten, die ohne Verwendung eines Harrington-Instrumentariums operativ behandelt worden waren, lag die Liegezeit bis zur ersten Mobilisation bei 12,1 Wochen, für die mit Harrington-Instrumentarium versorgten bei 9,3 Wochen. Aus diesen beiden Zahlen wird ein wesentlicher Vorteil der operativen Behandlung mit dem Harrington-Instrumentarium deutlich: die Verkürzung der strengen postoperativen Liegezeit, deren Dauer um ca. 25 % gesenkt werden konnte gegenüber der operativen Versorgung ohne Harrington-Instrumentarium.

Unterteilt man die Patienten nach der Zeitdauer der strengen postoperativen Bettruhe, ergibt sich folgendes Bild:

<u>Liegezeit</u>	<u>Patientenzahl</u>	<u>(51 Pat. = 100 %)</u>
6 Wochen	5 Patienten	9,8 %
7 bis 8 Wochen	22 Patienten	43,1 %
9 bis 10 Wochen	12 Patienten	23,5 %
	39 Patienten	76,4 %

Die strenge postoperative Liegezeit von 34 bzw. zwei Drittel aller Patienten fiel also in die Zeitspanne von 7 bis 10 Wochen. Nimmt man die fünf Patienten mit 6 Wochen Liegezeit noch dazu, so erfaßt man mit strenger postoperativer Bettruhespanne von 6 bis 10 Wochen gut drei Viertel aller Patienten.

In anderen Veröffentlichungen existieren folgende Angaben über die postoperative Immobilisationszeit: 2 bis 3 Monate (LANGE 1957), nach Operationen ohne Harrington-Instrumentarium, 8 bis 10 Wochen (HARRINGTON 1962), 8 Wochen (MEZNIK, KOLLER, KUMMER 1972), 6 Wochen (SCHEIER 1969), 9 Wochen (GÖTZE, IMMENKAMP, MATTHIAS 1971).

Bei unauffälligem Befund wurden die Patienten in der Regel im Gipsmieder nach Hause entlassen. Nach ein- bis zweimaligem Gipswechsel wurde normalerweise 6 Monate postoperativ die Versorgung mit dem Milwaukee-Korsett eingeleitet.

Insgesamt betrug die Dauer der postoperativen ununterbrochenen Fixation im Mittel 13,2 Monate, bei einer unteren und oberen Zeitspanne von 8 Monaten bis im Extremfalle 2 Jahren. Bei dem letztgenannten Fall handelte es sich um eine schwere (107° nach COBB) einbogige Skoliose nach Poliomyelitis. Die nächstkürzere Fixationsdauer lag bei 18 Monaten - und zwar war dieser Fall die Patientin mit Lumbalskoliose infolge Beinverkürzung.

Für 13 Patienten konnte die Dauer der ununterbrochenen äußeren Fixation nicht aus der Krankengeschichte entnommen werden bzw. von den Patienten nicht mehr genau erinnert werden.

Für die Patienten, die unter Verwendung des Harrington-Instrumentariums operiert worden sind, lag die Dauer der ununterbrochenen äußeren Fixation durchschnittlich bei 13,6 Monaten, für die übrigen Patienten ohne Harrington-Instrumentarium bei 11,2 Monaten! Paradoxe Weise findet sich bei den Harrington-Patienten also eine längere Zeitspanne der äußeren Fixation.

Aus der nun folgenden Aufstellung wird ersichtlich, daß die weitaus meisten Patienten zwischen 10 und 16 Monaten ununterbrochen fixiert waren:

<u>Fixationsdauer</u>	<u>Patientenzahl</u>	<u>(51 Pat. = 100 %)</u>
8 bis 9 Monate	3 Patienten	5,9 %
10 bis 12 Monate	16 Patienten	31,4 %
13 bis 16 Monate	15 Patienten	29,4 %
	34 Patienten	66,7 %
ohne Angaben	13 Patienten	25,5 %
	47 Patienten	92,2 %

Zwei Drittel aller Patienten wurden also 8 bis 16 Monate äußerlich fixiert. Addiert man zu diesen 34 Patienten gleich 66,7 % die 13 Patienten gleich 25,5 %, zu deren äußerer Fixationsdauer keine bzw. noch keine Angaben vorliegen, so bleiben lediglich 4 Patienten gleich 7,7 % mit einer länger als 16 Monate dauernden Fixationszeit übrig.

Dazu einige Vergleichszahlen aus Veröffentlichungen anderer Autoren: 9 bis 10 Monate (GÖTZE, IMMENKAMP, MATTHIAS 1971), 10 Monate (SCHEIER 1969), 12 Monate (MEZNIK, KOLLER, KUMMER 1972), 7 bis 9 (LANGE 1957). Es kann also gefolgert werden, daß in dem von mir untersuchten Patientenkollektiv die Zeitdauer der ununterbrochenen äußeren Fixation etwas höher liegt als im Mittel in anderen Veröffentlichungen angegeben wird.

6. Ergebnisse

Zur Auswertung der Ergebnisse wurden folgende Röntgenbilder herangezogen:

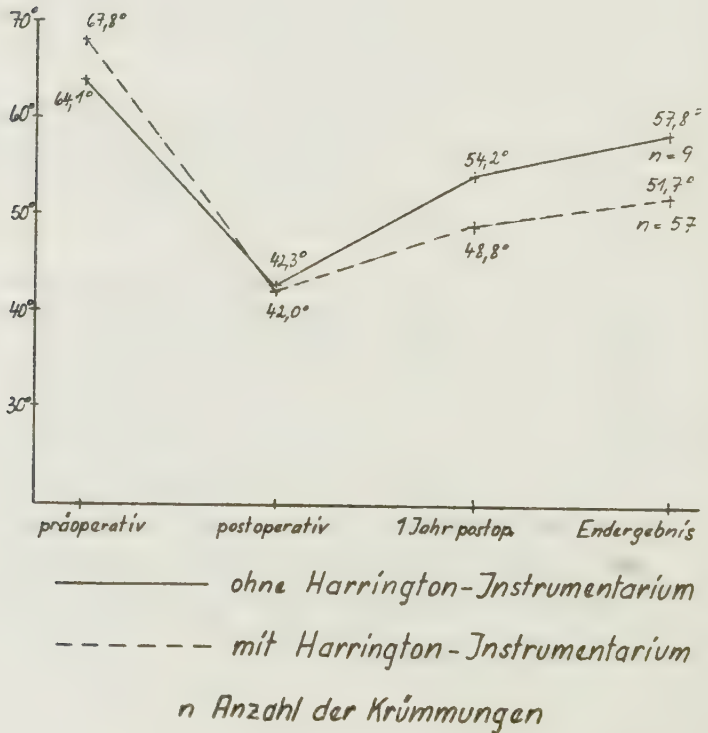
1. Die letzten präoperativen Röntgenbilder im Stehen,
2. die direkt nach der Operation noch auf dem Operationstisch bis spätestens einen Monat nach der Operation angefertigten Bilder,
3. die Röntgenbilder der Verlaufskontrolle nach einem Jahr und
4. die jeweils letzten ausgewerteten Röntgenbilder der Verlaufskontrolle (im Durchschnitt 3,08 Jahre nach der Operation).

Zum Abschluß der Untersuchungen wurden eine Befragung und eine klinische Untersuchung der operierten Patienten durchgeführt.

Die Ergebnisse werden nach den folgenden Kriterien zur Darstellung kommen: Operationsverfahren, Ätiologie, Schweregrad, Lokalisation der Hauptkrümmung, Korrektur der Sekundärkrümmungen, klinischer Befund, subjektives Befinden und Arbeitsfähigkeit.

6.1. Korrektur und Operationsverfahren

Es seien hier gegenübergestellt die Ergebnisse der mit Harrington-Instrumentarium versorgten Krümmungen und der ohne Harrington-Instrumentarium operierten Krümmungen - ohne Berücksichtigung anderer Kriterien, jedoch ohne Skoliosenkomponente der Kyphoskoliosen.



Die Graphik verdeutlicht bereits die besseren Ergebnisse der mit Harrington-Instrumentarium versorgten Krümmungen.

Weitere Unterschiede werden in der folgenden Aufstellung deutlich:

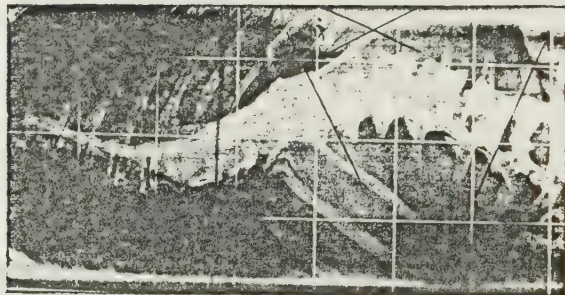
	m. H. n=57	o. H. n=9
Endkorrektur in ° Cobb	16.1	6.3
Korrektur in % vom Ausgangswinkel	23.7	9.8
Postoperativer Korrekturverlust in ° Cobb	9.7	15.5

Die ohne Harrington-Instrumentarium operierten Skoliosen erreichten also eine schlechtere operative Korrektur und hielten diese erreichte Korrektur auch nicht so gut wie die mit Harrington-Instrumentarium versorgten Krümmungen.

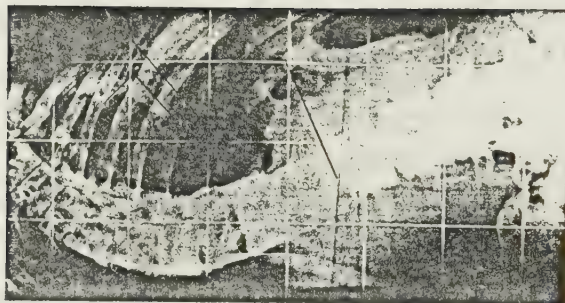
Zum Vergleich eine Gegenüberstellung von typischen Röntgenbildern zweier repräsentativer Patienten aus den beiden entsprechenden Operationsgruppen.



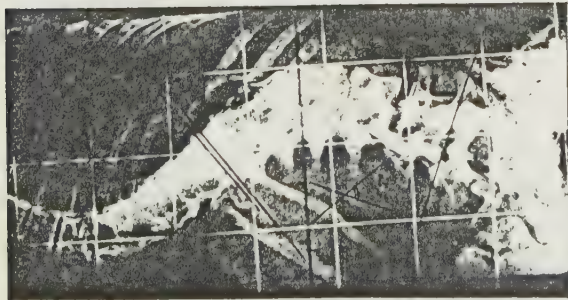
präoperativ 75°



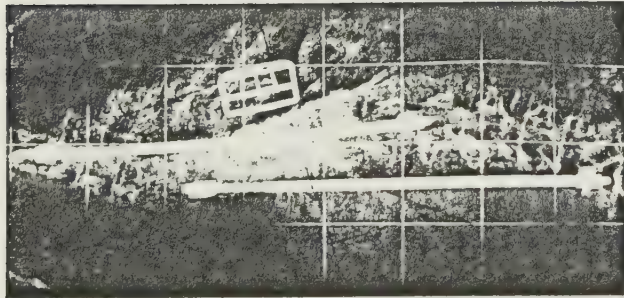
postoperativ 55°
Pat. C.G. (w) geb. 20.1.53, OP 1967
ohne Harrington-Instrumentarium



letzte Kontrolle 72°

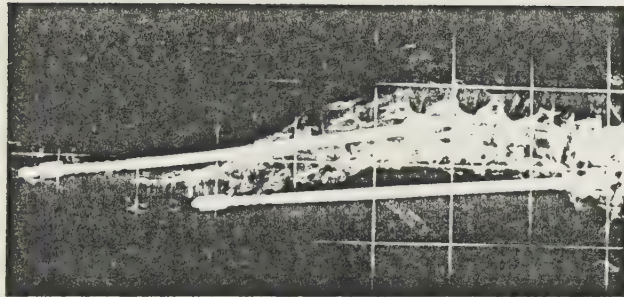


präoperativ 65°



postoperativ 31°

Pat. S.K. (w) geb. 12.10.59, OP 1973
Operation mit Harrington-Instrumentarium



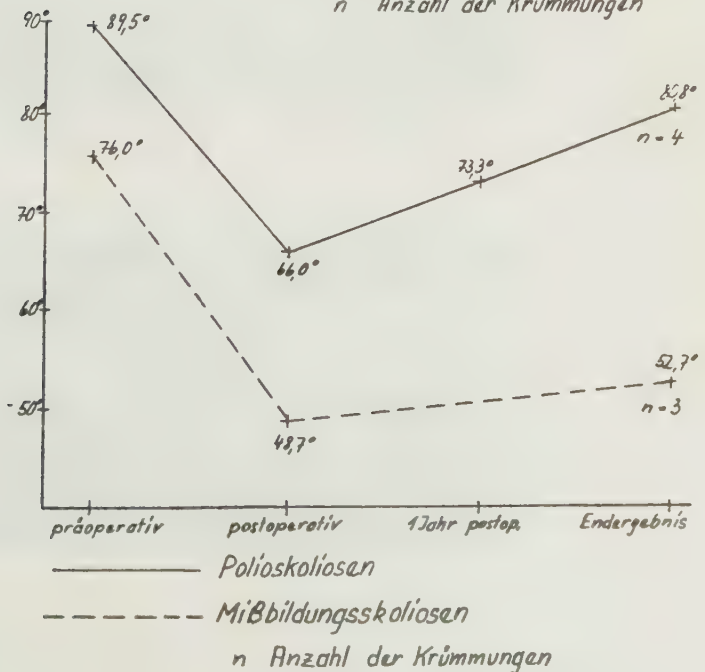
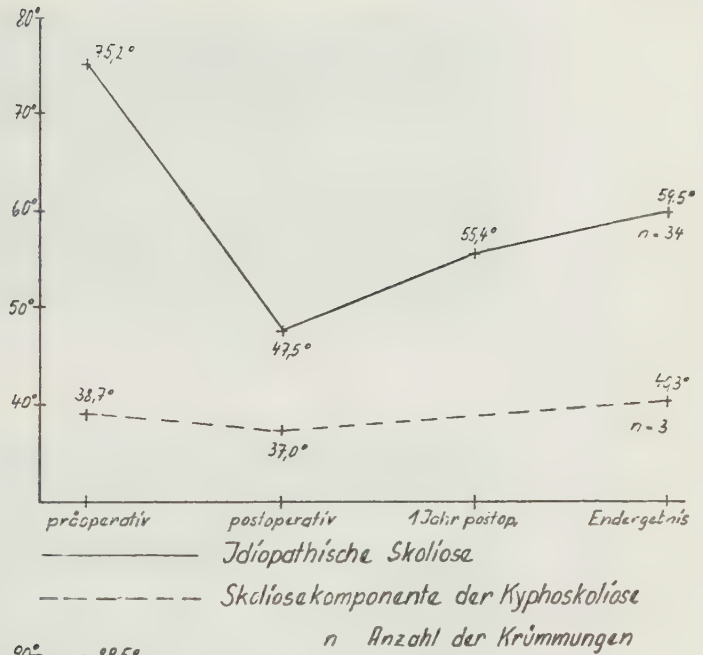
letzte Kontrolle 32°

6.2. Korrektur und Ätiologie

In den folgenden Graphiken seien einander gegenübergestellt die Verlaufskurven der drei in unserem Patientengut am stärksten vertretenen Skolioseätiologien, die zusammen über 80% unseres Patientengutes ausmachen: die idiopathischen Skiosen, die Polioskiosen und die Mißbildungsskiosen. Außerdem wird die Verlaufskurve der Skiosekomponente der untersuchten Kyphoskiosen dargestellt.

Es sind die Verlaufskurven der Hauptkrümmungen bzw. der Solitärkrümmungen aufgeführt. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß die Polioskiosen unserer Patienten alle einbogig waren, desgleichen die Skiosekomponente der drei untersuchten Kyphoskiosen.

Der besseren Übersicht wegen werden die vier Verlaufskurven in zwei Graphiken gezeigt.



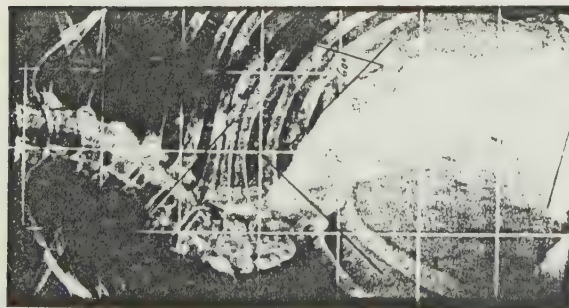
Folgendes zeigen die Graphiken sehr deutlich:

1. Idiopathische Skoliosen, Mißbildungsskoliosen und Polioskoliosen ließen sich im gleichen Maße graduell korrigieren; jedoch hielten die Mißbildungsskoliosen die erreichte Korrektur am besten.
2. Den größten postoperativen Korrekturverlust hatten die Polioskoliosen vorzuweisen.
3. Die Skoliosenkomponente der Kyphoskoliosen ließ sich operativ nicht beeinflussen.

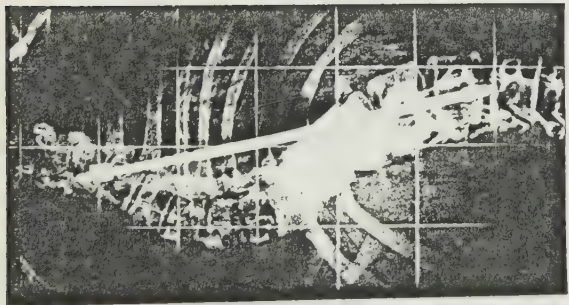
Die folgende Gegenüberstellung macht diese Feststellungen deutlich:

	idiop. n=34	Polio. n=4	MiBb. n=3	Kyph. n=3
Endkorrektur in ° Cobb	15.7	8.7	23.3	-1.6
Korrektur in % vom Ausgangswinkel	20.9	9.7	30.7	-4.1
Postoperativer Ver- lust in ° Cobb	12	14.8	4	3.3

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich die Mißbildungsskoliosen am besten operativ korrigieren ließen.

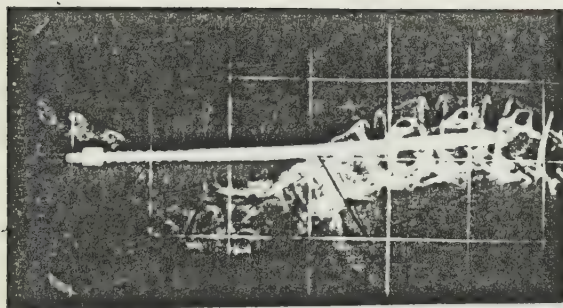


präoperativ 90°



postoperativ 63°

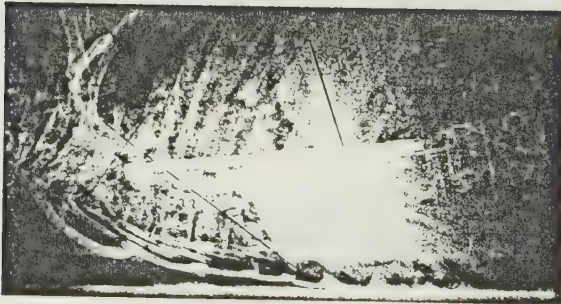
Pat. A.A. (w) geb. 3.6.57, OP 1973
Idiopathische Skoliose



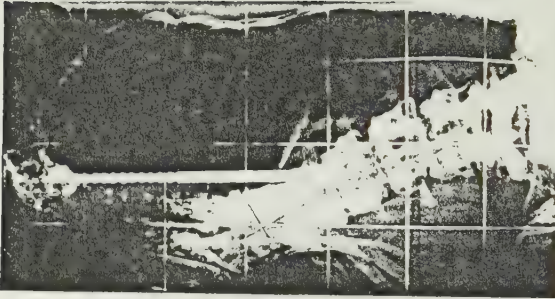
letzte Kontrolle 65°



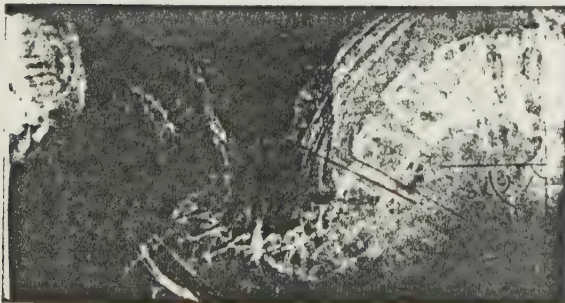
präoperativ 107°



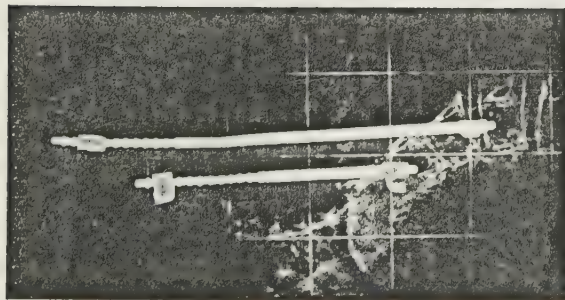
postoperativ 55°
Pat. B.G. (w) geb. 23.9.56, OP 1968
Skoliose nach Poliomyelitis



letzte Kontrolle 86°

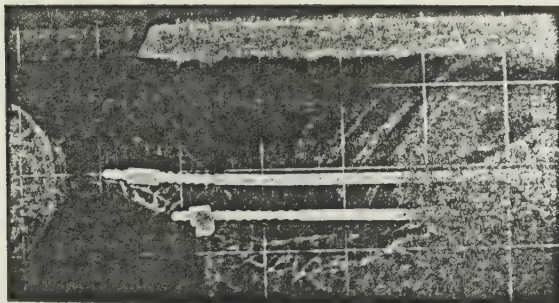


präoperativ 140°



postoperativ 90°

Pat. J.R. (m) geb. 23.4.60, OP 1973
Skoliose bei Status dysraphicus



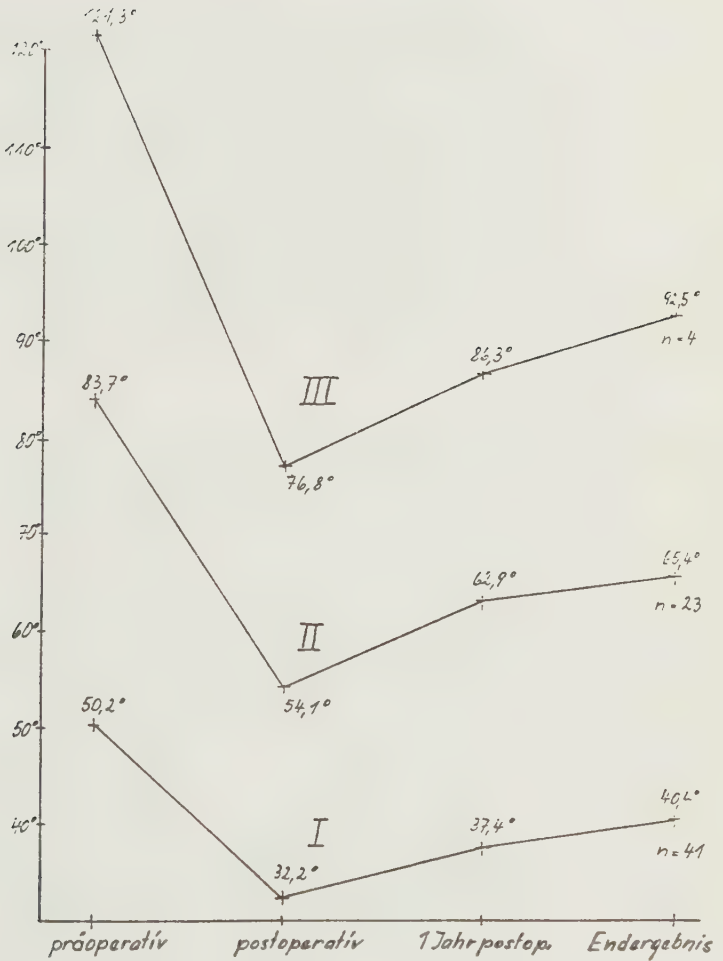
letzte Kontrolle 90°

6.3. Korrektur und Schweregrad

Je nach Ausprägung in Grad Cobb lassen sich die skoliotischen Krümmungen in drei Schweregrade einteilen:

I	$< 70^{\circ}$
II	$71^{\circ}-100^{\circ}$
III	$> 100^{\circ}$

Die Verlaufskurven dieser drei Skoliosegruppen finden sich in der folgenden Graphik. Es wurde keine Unterteilung nach Primär- und Sekundärkrümmung, Ätiologie, Operationsverfahren oder Lokalisation getroffen. Alleiniges Zuordnungskriterium war die graduelle Ausprägung der Krümmungen nach COBB vor der operativen Behandlung. Die Sekundärkrümmungen finden sich nahezu alle aufgrund ihrer geringen Ausprägung in der Schweregradgruppe I.



I, II, III Schweregrad
n Anzahl der Krümmungen

Die Verlaufskurven lassen folgende Unterschiede erkennen:

1. Je schwerer die Verbiegung, desto höher ist die graduelle operative Aufrichtung und der postoperative Korrekturverlust in Grad.
2. Nach dem ersten postoperativen Jahr ist der Korrekturverlust in Grad Cobb in der Gruppe III mehr als doppelt so groß wie im entsprechenden Zeitraum bei den Gruppen I und II.

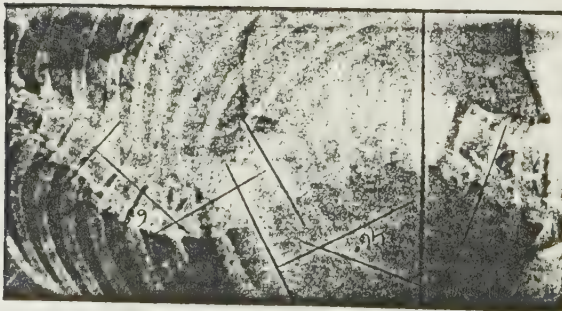
Aufschlußreich ist auch folgende Aufstellung:

Schweregrad			
	I n=41	II n=23	III n=4
Endkorrektur in Grad Cobb	9.8	18.3	28.8
Korrektur in % vom Ausgangswinkel	19.5	21.9	23.7
Postoperativer Verlust in Grad Cobb	8.2	11.3	15.7
Quotient $\frac{\text{Verlust in Grad}}{\text{Postop. Gewinn in } \alpha}$	0.45	0.38	0.35

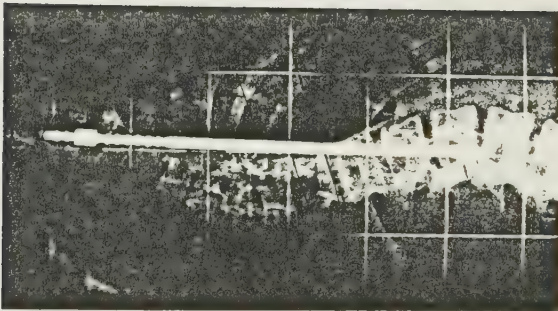
Graduell wie auch prozentual zeigen die schweren Krümmungen die besten Ergebnisse trotz höherer postoperativer Verluste. Obwohl der graduelle Korrektur-

verlust bei den Krümmungen der Gruppe III am größten ist, zeigt sich dennoch, daß die erreichte Korrektur relativ besser gehalten werden kann (Quotient 0.35) als z.B. bei den Krümmungen der Gruppe I (Quotient 0.45), die fast die Hälfte der erreichten Korrektur wieder verlieren. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß es eher "lohnt", schwere skoliotische Verbiegungen einer Operation zu unterziehen.

Die folgenden Bilder zeigen die Röntgenbilder je eines Patienten aus den Schweregradgruppen I, II und III, die als typisch angesehen werden können.

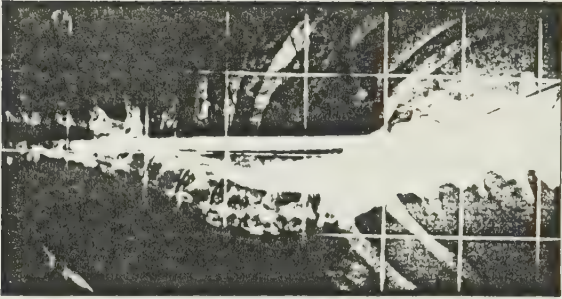


präoperativ 69°

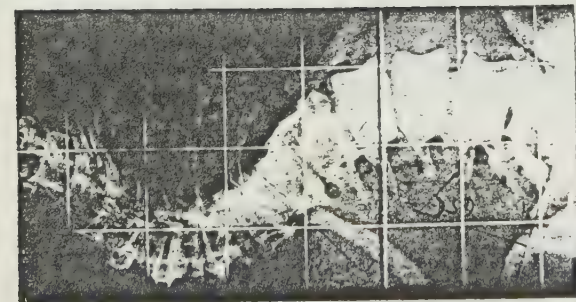


postoperativ 50°

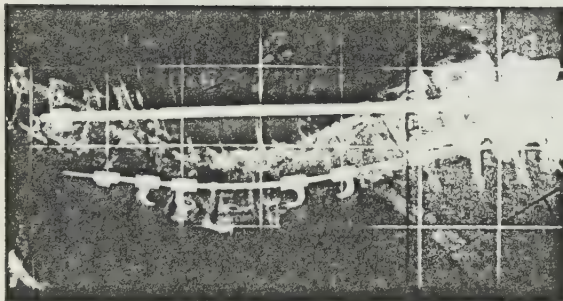
Pat. A.H. (w) geb. 11.11.58, OP 1971
Idiopathische Skoliose Schweregrad I



letzte Kontrolle 53°



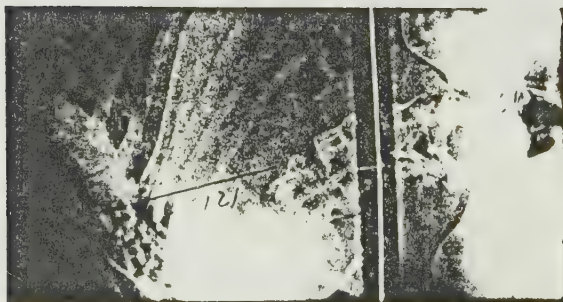
präoperativ 90°



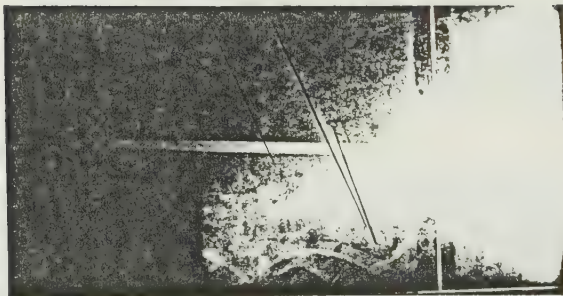
ein Jahr postoperativ 62°

Pat. B.P. (m) geb. 24.4.56, OP 1973

Idiopathische Skoliose Schweregrad II

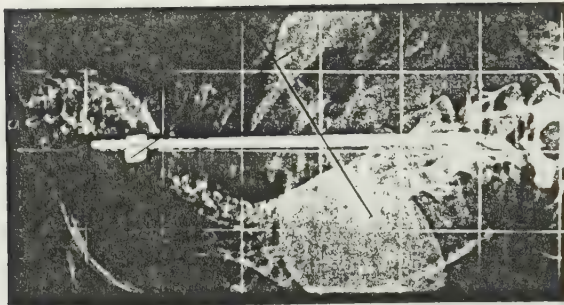


präoperativ 121°



postoperativ 70°

Pat. H.P. (w) geb. 23.6.48, OP 1969
Idiopathische Skoliose Schweregrad III



letzte Kontrolle 90°

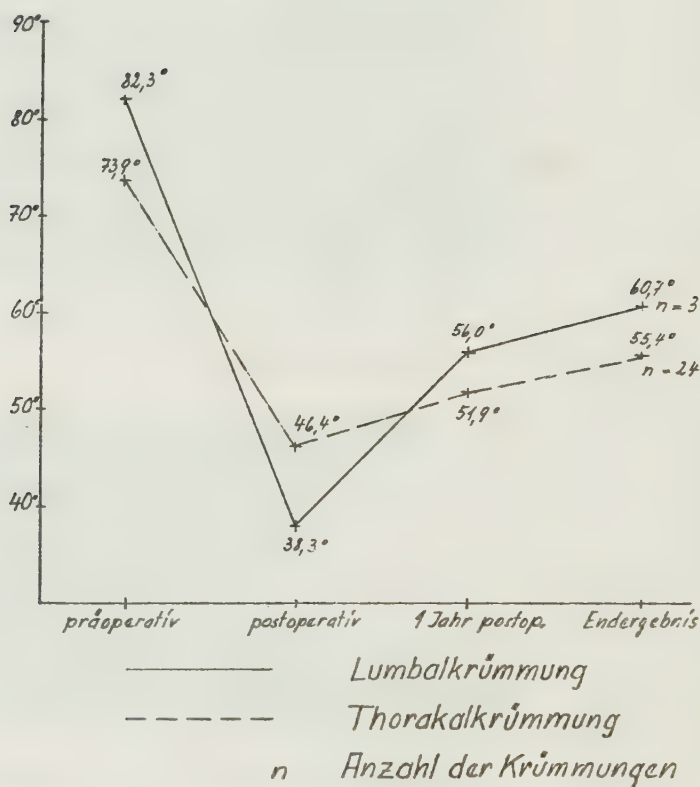
6.4. Korrektur und Lokalisation der Hauptkrümmung

Aus folgenden Gründen kann für thorakale Primär- bzw. Hauptkrümmungen eine andere Korrigierbarkeit erwartet werden als für lumbale Primärkrümmungen:

1. der unterschiedliche Bau von Thorakal- und Lumbalwirbelsäule und
2. die unterschiedliche statische Belastung der beiden Wirbelsäulenanteile.

Die einbogigen Skoliosen wurden in der folgenden Darstellung nicht berücksichtigt. Um eine gute Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden nur Primärkrümmungen von zweibogigen Skoliosen zur Auswertung herangezogen.

Leider waren von einem Patienten mit einer Lumbalskoliose, der einen "Dollarstab" eingesetzt bekommen hatte und bei dem es wegen eines Hakenausrisses mit Infektion zur Reoperation mit Stabentfernung gekommen war, keine postoperativen Röntgenbilder vorhanden.



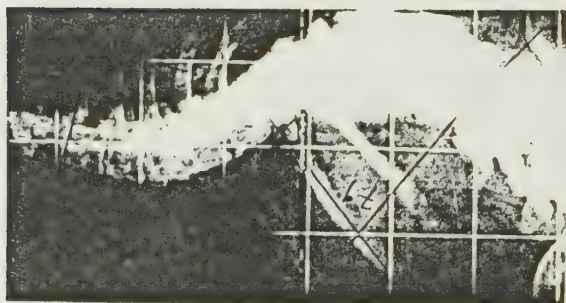
Am augenfälligsten ist die zunächst größere operative Korrektur der lumbalen Primärkrümmungen. Jedoch zeigen diese lumbalen Krümmungen einen erheblichen Korrekturverlust im ersten postoperativen Jahr.

Deutlicher wird das effektive Korrekturverhalten in der folgenden Gegenüberstellung.

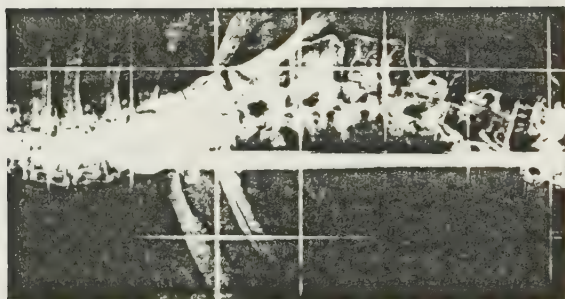
	Lumbal n=3	Thorakal n=24
Endkorrektur in Grad Cobb	21.6	18.5
Korrektur in % vom Ausgangswinkel	26.2	25.0
Postoperativer Verlust in Grad Cobb	22.4	9.0
Quotient $\frac{\text{Verlust in Grad Cobb}}{\text{Postop.Gewinn in Grad Cobb}}$	0.51	0.32

Obwohl die gradmäßige wie auch die prozentuale Aufrichtbarkeit der Lumbal- und Thorakalskoliosen wenig differenzieren, so zeigen sich dennoch signifikante Unterschiede im Verlaufsverhalten: bei zunächst geringerer Aufrichtung der thorakalen Krümmungen kommt es im Endeffekt durch den geringeren Verlust im Verlauf zu annähernd gleichen Endergebnissen wie bei den lumbalen Hauptkrümmungen.

Die folgenden Röntgenbilder verdeutlichen den typischen Verlauf bei einer Patientin mit Lumbalskoliose.



präoperativ 79°



postoperativ 40°

Pat. M.U. (w) geb. 18.12.51, OP 1973
Lumbalskoliose nach Beinverkürzung



letzte Kontrolle 52°

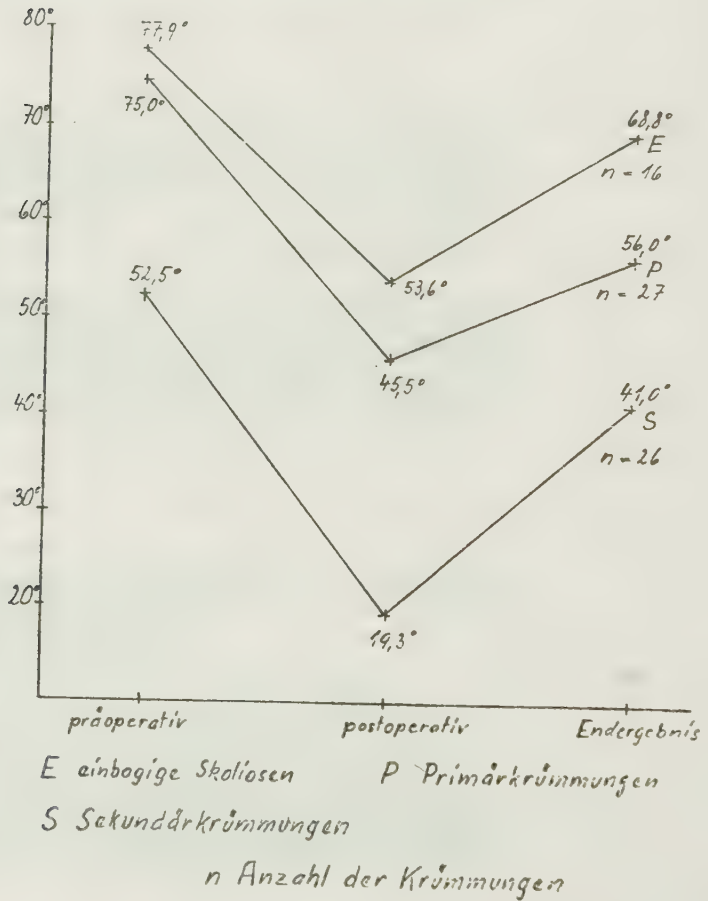
6.5. Korrektur der Sekundärkrümmungen und der einbogigen Skoliosen

Die Sekundärkrümmungen lassen aus folgenden Überlegungen heraus ein anderes operatives Korrekturverhalten erwarten als die Primärkrümmungen:

1. Ihre präoperative Ausprägung war mit durchschnittlich 52.5° wesentlich geringer als die der Primärkrümmungen mit im Mittel 75° .
2. Der Spondylodesebereich erstreckte sich nicht bei allen Patienten über die gesamte Sekundärkrümmung. Nach Ansicht einiger Autoren soll diese nicht vollständige Versteifung der Sekundärkrümmung jedoch keine negativen Auswirkungen auf das Korrekturergebnis zeigen (ROHDE, von ANDRIAN-WERBURG und GRISS; JANI und MORSCHER), vorausgesetzt, die Spondylodese-strecke wurde richtig gewählt.
3. Sekundär verkrümmte Wirbelsäulenanteile waren nicht Ausgangsort der krankhaften Wirbelsäulenverbiegung. Sie verbogen erst sekundär als statische Kompensation für die primär verkrümmten Wirbelsäulenanteile.

In der folgenden Graphik werden die lumbalen ($n=3$) und die thorakalen ($n=24$) Primärkrümmungen den Sekundärkrümmungen (3 thorakale und 23 lumbale) gegenübergestellt.

Wegen ihrer anatomischen Eigenständigkeit gegenüber den Primär- und Sekundärkrümmungen soll hier auch der Verlauf der einbogigen Skoliosen zur Darstellung gebracht werden. Die einbogige Skoliosekomponente dreier Kyphoskoliosen ging aufgrund des besonderen Verlaufsverhaltens nicht in die folgende Graphik ein.



Es zeigt sich deutlich, daß die Sekundärkrümmungen anfangs eine gute Korrektur aufweisen, die sich jedoch später in hohem Maße - auch noch nach dem ersten postoperativen Jahr - verliert. Einen ungünstigen Verlauf zeigen auch die einbogigen Skoliosen.

Die folgende Tabelle verdeutlicht diese Tendenz:

	Einbog. n=16	Pprim. n=27	Sek. n=26
Endkorrektur in Grad Cobb	9.1	19	11.5
Korrektur in % vom Ausgangswinkel	11.7	25.3	21.9
Postoperativer Verlust in Grad Cobb	15.2	10.5	21.7
Quotient $\frac{\text{Verlust in Grad Cobb}}{\text{postop. Gewinn in Grad Cobb}}$	0.63	0.35	0.65

In diesem Vergleich zeigten die Primärkrümmungen das beste Endergebnis sowohl graduell als auch prozentual. Besonders auffällig ist der hohe Verlustquotient der Sekundärkrümmungen wie auch der einbogigen Skoliosen, der anzeigt, daß die operativ erlangte Besserung nur

zu einem geringen Teil gehalten werden konnte.

6.6. Abschließende Untersuchung und Befragung der Patienten

Die 27 Patienten, die im September 1976 in der Orthopädischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten in Dortmund klinisch untersucht und geröntgt wurden, wurden außerdem zu folgenden Punkten befragt:

1. ausgeübter Beruf,
2. sportliche Betätigung,
3. Beschwerden,
4. Geburten und
5. subjektive Einstellung zur Operation.

Die Röntgenaufnahmen gingen mit in die Auswertung ein.

Die klinische Untersuchung ergab bei allen Patienten reizlose Narbenverhältnisse. Keiner der Patienten klagte über Beschwerden an den Entnahmestellen des Tibiaspanes. Es ließ sich bei allen Patienten die durch die Versteifung der Wirbelsäule zu erwartende Einschränkung der Bewegungsfreiheit feststellen, durch die sich jedoch kein Patient übermäßig beklagte.

Die von den Patienten ausgeübten Berufe verteilten sich folgendermaßen:

Beruf	Patientenzahl
Kaufmännische Berufe	7
Schüler (-innen)	6
Arzthelferinnen	2

Je einmal wurden die folgenden Berufe genannt:

Bäcker, Küchenhilfe, Schneiderin, Kindergärtnerin, Lehrerin, Werkstoffprüfer, Montiererin, Verkäuferin und Telephonistin. Drei Patientinnen übten zur Zeit der Nachuntersuchung keinen Beruf aus. Als Grund gaben sie an, daß sie schlecht vom Arbeitsamt zu vermitteln seien; grundsätzlich seien sie fähig einen Beruf auszuüben.

Neun der Patienten erklärten, daß sie keinen Sport treiben. Von den übrigen 18 wurde 15 Mal Schwimmen angegeben, 3 Mal Gymnastik, je einmal Tischtennis, Fußball und Laufen. Drei Patienten übten zwei Sportarten aus.

Nach ihren Beschwerden befragt antworteten 17 der Patienten, sie hätten keine. Die übrigen 10 Patienten klagten über Schmerzen im Rücken nach langen Stehen oder Sitzen oder bei einseitigen Tragen von Lasten. Drei Patienten empfanden leichten Druckschmerz.

Zwei der Patientinnen waren nach ihrer Operation Mutter geworden. Eine hatte schon zwei Kinder bekommen. Beide Frauen waren nach dem Harrington-Verfahren operiert worden.

Besonders erfreulich bei dieser Befragung war, daß 24 der 27 Patienten sich subjektiv stark gebessert fühlten. Wiedergewonnene oder erstmalig erworbene Leistungsfähigkeit, ein Mehr an Körperlänge, die kosmetische Korrektur und damit verbunden die größere Akzeptierung durch die Mitmenschen wurden von den Patienten als meistgenannte Gründe dafür angegeben. Für den Patienten zählt dies mehr als ein oder zwei Grad nach COBB mehr an Aufrichtung.

Zusammenfassend darf also gesagt werden, daß aus der Sicht der abschließenden klinischen Untersuchung und Befragung die Patienten durch die Operation wieder in alle Bereiche des täglichen Lebens integriert werden konnten.

7. Komplikationen

Skolioseoperationen sind mit einer hohen Komplikationsrate behaftet, wenn man postoperative Korrekturverluste von mehr als 10° zu den postoperativen Komplikationen zählt (ROMPE 1974).

Zu unterscheiden sind prä-, intra- und postoperative Komplikationen. Zu den präoperativen Komplikationen gehört zum Beispiel ein Halo-Ausriß. Breitgestreut sind die Möglichkeiten der intraoperativen Komplikationen: Herzstillstand, Pneumothorax, eventuell Exitus letalis, ferner intraoperative Komplikationen, die dem HARRINGTON-Verfahren zu eigen sind, wie Bogenbruch und Gelenkfortsatzabriß. Vielfältig sind auch die postoperativen Komplikationen: vorübergehende und bleibende Lähmungen, Wundnekrosen, Infektionen (einschließlich Osteomyelitis) und wieder die für das HARRINGTON-Instrumentarium typischen Komplikationen wie Stabbruch, Hakenausriß und außerplanmäßige Stabentfernung.

7.1. Darstellung der aufgetretenen Komplikationen

In dem von mir untersuchten Patientenkollektiv kam ich - was die Komplikationen anbetrifft - zu den im Folgenden ausgeführten Ergebnissen.

In Anlehnung an G. ROMPE werden alle Korrekturverluste über 10° - soweit sie nicht eindeutig auf einen Stabbruch zurückzuführen sind - als Pseudoarthrosen aufgefaßt.

Bei 11 Patienten = 21.6% stellten sich intra- bzw. postoperative Komplikationen (ohne Korrekturverluste über 10° !) ein.

Präoperative Komplikationen traten bei keinem Patienten auf, was wohl nicht zuletzt auf die schonende DUCROQUET-Behandlung zurückzuführen war.

Viermal = 7.8% brach intraoperativ ein Wirbelbogen. Einmal kam es jeweils zum Gelenkfortsatzabriß bzw. zum Querfortsatzabbruch.

In drei Fällen mußte wegen Stabbruch reoperiert werden. Zwei dieser Patienten zeigten einen Korrekturverlust von mehr als 10° . Bei drei Patienten, die sich eine Infektion zugezogen hatten und von denen einer außerdem noch einen postoperativen Hakenausriß und ein anderer einen intraoperativen Wirbelbogenbruch hatte, wurden in einer zweiten Operation ebenfalls die Stäbe entfernt.

Wichtig ist folgende Feststellung: bei diesen 11 Patienten handelt es sich um Fälle, die allesamt nach

dem HARRINGTON-Verfahren operiert worden waren. Das heißt umgekehrt, daß in keinem der ohne HARRINGTON-Instrumentarium operativ behandelten Fälle eine intra- oder postoperative Komplikation aufgetreten war. Schwerwiegende Komplikationen wie Lähmungen oder Herzstillstand traten nicht auf.

Die Komplikationen in der Übersicht

(11 Patienten = 21.6%)

Art der Komplikation	Anzahl
Bogenbruch	4 (davon 1 mit Infektion)
Stabbruch	3
Gelenkfortsatzabriß	1
LWS-Querfortsatzabbruch	1
Hakenausriß	1 (mit Infektion)
Infektionen allein	1 (2 Infektionen s.o.)

Verlust von mehr als 10° traten postoperativ bei 18 Patienten = 35.3% (19 Krümmungen) auf. Im Durchschnitt betrugen diese Verluste 19.7° bei einem Bereich von 11° bis 37° .

Bei den acht ohne den Einsatz des HARRINGTON-Instrumentariums operierten Patienten zeigten sechs = 75% einen Verlust von mehr als 10° , im Mittel 19.7° bei einem Streubereich von 11° bis 32° .

Von den 43 nach dem HARRINGTON-Verfahren Operierten wiesen 12 = 27.9% einen größeren Korrekturverlust als 10° auf. Der Mittelwert lag wie bei den 6 ohne HARRINGTON-Verfahren Operierten mit mehr als 10° Verlust bei 19.7° . Der Bereich erstreckte sich von 11° bis 37° . Unter diesen Patienten waren auch zwei der drei Fälle, bei denen sich postoperativ ein Stabbruch eingestellt hatte.

Faßt man Korrekturverluste über 10° ohne Stabbruch als Pseudoarthrosen auf, betrug die Pseudoarthrosenrate unseres Patientenkollektivs bei 16 Patienten = 31.4%.

7.2. Die Komplikationen im Vergleich mit der Literatur

Das vorhergehende Kapitel zeigte, daß unsere operativ behandelten Skoliosepatienten eine relativ hohe postoperative Komplikationsrate aufwiesen. Die folgenden Darstellungen bieten einen Vergleich mit einem für den Bereich der Bundesrepublik Deutschland repräsentativen Untersuchungsmaterial.

Für diese vergleichende Gegenüberstellung bot sich an die Multizentrische retrospektive Erhebung an 1681 von 1960 bis 1973 operierten Fällen (BEYELER, FEYER, VON RAVEN 1976).

Art der Komplikationen	Unsere Patienten	Sammelstatistik
Präoperativ	0.0%	4.1%
Intraoperativ	11.8%	3.2%
Postoperativ	9.8%	13.4%
Summe	21.6%	20.7%

Dieser Vergleich zeigt bereits erhebliche Differenzen im Manifestationszeitpunkt der Komplikationen, obwohl die Summe aller Komplikationen nur eine Differenz von 0.9% aufweist.

Aufgeschlüsselt nach Operationsverfahren ergab sich folgendes Bild:

Art der Komplikation	<u>Ohne HARRINGTON</u>		<u>Mit HARRINGTON</u>	
	Uns.Pat. 8=100%	Statistik 972=100%	Uns.Pat. 43=100%	Statistik 709=100%
Präoperativ	0	5.1%	0	2.3%
Intraoperativ	0	1.2%	14 %	5.8% ¹⁾
Postoperativ	0	4.7%	11.6%	25.4%
Summe	0	11 % ²⁾	25.6%	33.5% ³⁾

1) plus 12 % "andere" = nicht aufgeschlüsselt

2) plus 18 % "andere" = nicht aufgeschlüsselt

3) plus 7.6% "andere" = nicht aufgeschlüsselt

Es zeigt sich, daß in unserem Patientenkollektiv der Komplikationsschwerpunkt intraoperativ bei den nach dem HARRINGTON-Verfahren Operierten liegt, während die Sammelstatistik ein Komplikationsmaximum postoperativ aufweist.

Weiterhin fällt auf, daß in der Sammelstatistik die ohne HARRINGTON-Verfahren Operierten eine Komplikationsrate von 11% trugen gegenüber einer Komplikationsfreiheit in unserem Patientengut.

Interessant ist weiterhin eine nähere Aufschlüsselung der unterschiedlichen intra- und postoperativen Komplikationen bei den HARRINGTON-Patienten:

Art der intraoperativen Komplikation	Unsere Patienten 43=100%	Sammel- statistik 709=100%
Bogenbruch/Gelenkfort- satzabriß/Querfortsatz- abbruch	14%	3.8%
Herzstillstand	-	0.6%
Tod	-	0.3%
Hämatopneumothorax	-	1.2%
andere	-	7.6%
Summe	14%	13.5%

Die vier intraoperativen Bogenbrüche, der Gelenkfortsatzabriß und der Querfortsatzabbruch sind also für unsere hohe intraoperative Komplikationsrate verantwortlich. Erfreulicherweise blieben gegenüber diesen leicht korrigierbaren Komplikationen die schweren Komplikationen aus. Die Komplikationsrubrik "andere" der Sammelstatistik war nicht aufgeschlüsselt.

Es kann festgestellt werden, daß die intraoperative Komplikationsrate in unserem Patientenkollektiv bei den HARRINGTON-Patienten nur unwesentlich höher lag (0.5%) als in der entsprechenden Gruppe der Sammelstatistik.

Für die ohne HARRINGTON Operierten lag die intraoperative Komplikationsrate wie folgt:

Unser Kollektiv (8 Patienten)	Sammelstatistik (972 Patienten)
0	2.9%

Über die postoperativen Komplikationen der HARRINGTON-Patienten gibt die Tabelle wie folgt Auskunft:

Art der Komplikation	Unsere Patienten 43=100%	Sammel- statistik 709=100%
Infektionen (allein)	2.3%	3.0%
Lähmungen	-	2.2%
Gastrointestinal	-	2.7%
Pulmonal	-	0.6%
Thrombose	-	0.6%
Hakenausriß	2.3%	4.0% ¹⁾
Stabbruch	7.0%	4.2%

¹⁾ Zahl nach ROMPE 1975

Die Sammelstatistik wies insgesamt für die nach dem HARRINGTON-Verfahren Operierten eine postoperative Komplikationsrate von 25.4% auf gegenüber 11.6% in unserem Patientengut. Lediglich in der Rubrik "Stabbruch" überwiegen prozentual unsere Patienten. Daher soll weiter unten auf die Stabbrüche unseres Patientenkollektivs näher eingegangen werden.

Zusammenfassend kann der Vergleich mit der Sammelstatistik in folgenden Punkten dargestellt werden:

1. Unser Komplikationsschwerpunkt lag intraoperativ bei dem HARRINGTON-Verfahren, wo Korrekturen der Komplikationen noch ohne große Belastung für den Patienten und ohne erhebliches Risiko möglich sind.
2. Es gab keine schwerwiegenden Komplikationen wie Tod oder Lähmungen.
3. Die Rate der postoperativen Komplikationen war erfreulich niedrig, was mit Sicherheit eine große psychologische Bedeutung für den einzelnen Patienten darstellt.
4. Präoperative Komplikationen traten nicht auf.
5. Sämtliche Komplikationen traten bei HARRINGTON-Patienten auf. Die ohne HARRINGTON-Instrumentarium Operierten zeigten alle komplikationslose Verläufe.

7.3. Die Problematik der Pseudoarthrose

Faßt man mit ROMPE alle Korrekturverluste von mehr als 10° , die nicht durch einen Stabbruch verursacht wurden, als Pseudoarthrosen auf, so ist unser Patientenkollektiv mit einer hohen Pseudoarthrosenrate behaftet: 31.4%, 75% der ohne HARRINGTON-Instrumentarium Versorgten und 27.9% der mit HARRINGTON-Instrumentarium behandelten Patienten. Daher soll die Problematik der Pseudoarthrose hier genauer erörtert werden.

7.3.1. Die Pseudoarthrose in der Literatur

Die Pseudoarthrosenraten in der Literatur schwanken sehr stark: DUNKEL stellte 1967 in einem nach der Methode von HIBBS operierten Patientengut von 70 Patienten eine Pseudoarthrosenrate von 15.7% fest. GÖTZE, IMMENKAMP und MATTHIAS fanden 1971 in einem Patientengut von 60 nach dem Verfahren von HARRINGTON Operierten 2 Fälle von Pseudoarthrosen, wobei beide Pseudoarthrosen in einer zweiten Operation behoben wurden. HARRINGTON (1962) beobachtete bei einem nach seiner Methode im Jahre 1960 operierten Patientengut von 68 Patienten 3 Pseudoarthrosen; in der entsprechenden Veröffentlichung gibt er jedoch keine Definition seines Pseudoarthrosenbegriffes an. SPIELM (1970) fand

in seinem untersuchten Operationsgut 30% Pseudoarthrosen. Für die Multizentrische Retrospektive Erhebung lag die Rate bei 22% für HARRINGTON-Patienten und bei 24% für Patienten ohne HARRINGTON-Instrumentarium, wobei hier Korrekturverluste über 10° als Pseudoarthrose definiert sind (MATZEN 1976). BONNETT et al. (1972) beobachteten 29%. 27% Pseudoarthrosen entstanden in den 82 von DAWSON, CARON und MOE mitgeteilten Fällen. HALL (1970) gibt 1.5% an.

In dieser Auflistung schwanken also die Pseudoarthrosenraten zwischen 1.5 und 30% (ohne Berücksichtigung des Operationsverfahrens); mithin um den Faktor 20.

7.3.2. Diagnosestellung der Pseudoarthrose

Bei einer Schwankungsbreite um den Faktor 20 muß die Frage gestellt werden, ob es verlässliche und eindeutige Kriterien für die Diagnose einer Pseudoarthrose gibt. In Anlehnung an SPIETH (1970) können folgende Hinweise zur Diagnose der Pseudoarthrose führen:

1. Schmerzen des Patienten,
2. Verlust an Körpergröße,
3. Sichtbare Zunahme der Verkrümmung,

4. Röntgenologisch sichtbare Unterbrechung in der Spanstraße,
5. Keilförmiges Aufklappen des Zwischenwirbelraumes im Röntgenbild und
6. großer Korrekturverlust, im Röntgenbild ausgemessen.

Die unter 1. bis 3. genannten Kriterien dürfen unter Berücksichtigung der ihnen zugrunde liegenden subjektiven Beurteilungen und Maßstäbe als unsichere Zeichen gewertet werden. Die unter 4. und 5. genannten, röntgenologisch feststellbaren, pseudoarthrotischen Defekte wurden in der Hälfte der von SPIETH untersuchten Patienten operativ nicht an den röntgenologisch vermuteten, sondern an anderen Stellen nachgewiesen. So darf festgestellt werden, daß auch röntgenologische Kriterien keine verlässliche Diagnose der Pseudoarthrose zulassen. Der unter 6. genannte, röntgenologisch nachgewiesene Korrekturverlust bietet noch am ehesten die Möglichkeit, eine Pseudoarthrose eindeutig und nachmeßbar zu diagnostizieren. Wobei zur Diskussion gestellt bleiben kann, ob die Diagnose Pseudoarthrose ab 10° Verlust (ROMPE) oder einem anderen Verlustmaß gestellt werden soll. Um aber Schwankungsbreiten von einem Faktor 20 zu vermeiden, ist ein eindeutiges Untersuchungskriterium für die Diagnosestellung "Pseudoarthrose" unerlässlich.

Solange die Diagnose einer Pseudoarthrose nicht durch eine eventuelle Reoperation gesichert ist, sollte man besser von einer "sogenannten Pseudoarthrose" sprechen.

Letztendlich gesichert ist eine Pseudoarthrose erst durch Nachoperation mit histologischen Untersuchungen, wie sie von HIENZ und MAU (1960) beschrieben wurden.

Für retrospektive vergleichende Untersuchungen ist der postoperative Korrekturverlust ein durchaus brauchbares Pseudoarthrosenmerkmal, wofür man auch in Kauf nehmen kann, daß auch schleichende, über Jahre sich hinziehende Verluste als Pseudoarthrosen etikettiert werden.

7.3.3. Die Pseudoarthrosen in unserem Patientengut
Da die Pseudoarthrose eine sol häufige Komplikation darstellt, soll näher untersucht werden, inwieweit sich die Pseudoarthrosenfälle unseres Untersuchungsgutes von den übrigen unterscheiden hinsichtlich Geschlechtsverteilung, Ätiologie, Lokalisation, Bogigkeit, Operationsalter, Länge der Spondylodesestrecke, Operationsverfahren, postoperativer Liegezeit und Fixationsdauer sowie Schweregrad.

Bei folgenden Kriterien ließen sich signifikante Unterschiede feststellen:

1. Geschlechtsverteilung: Männliche Patienten waren bei den Pseudoarthrosen unterrepräsentiert.
2. Ätiologie: Mißbildungsskoliosen zeigten die niedrigste Pseudoarthrosenrate, gefolgt von den idiopathischen Skoliosen. Die Polioskoliosen, die alle gleichzeitig einbogig waren (siehe auch 3.), zeigten mit 50% die höchste Pseudoarthrosenrate.
3. Bogigkeit: Einbogige Skoliosen zeigten sich wesentlich anfälliger für Pseudoarthrosen als mehrbogige Skoliosen.
4. Operationsverfahren: Ohne Harrington-Instrumentarium Operierte zeigten eine wesentlich höhere Pseudoarthrosenrate als mit Harrington-Instrumentarium Operierte (75% gegenüber 23.3%).
5. Postoperative Liegezeiten: Pseudoarthrosenpatienten wiesen eine um mehr als vier Wochen längere postoperative Liegezeiten auf! Damit wird erkennbar, daß zumindest nicht eine zu kurze Liegezeit für die Pseudoarthrose verantwortlich zu machen ist. Wenn die Liegezeiten dieser Patienten durchschnittlich länger waren, dann vermutlich deshalb, weil bei ihnen von vornherein die Möglichkeit einer Verschlechterung des Ergebnisses in stärkerem Maße angenommen wurde und eine Gefährdung vermieden werden sollte.
6. Präoperative Ausprägung der Krümmung: Die von

Pseudoarthrosen betroffenen einbogigen Skoliosen zeigten präoperativ einen fast 20° größeren Krümmungswinkel nach Cobb als die nicht von Pseudoarthrosen betroffenen einbogigen Krümmungen (s. auch 3.), während bei den mehrbogigen Skoliosen der Unterschied mit 5.3° Cobb relativ gering war.

7. Operationsjahre: Die in den Jahren 1966 bis 1969 Operierten wiesen besonders hohe Pseudoarthrosenraten auf (75%), sicherlich eine Folge der längeren Beobachtungszeit, des höheren Anteils an ohne Harrington-Instrumentarium Operierten und der damals nicht so großen Erfahrung mit den Operationsverfahren.

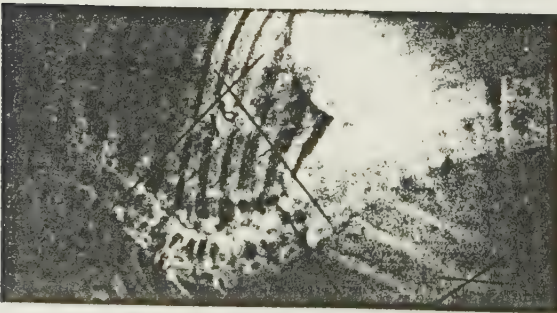
Hinsichtlich der folgenden Untersuchungskriterien ließen sich keine oder zumindest keine signifikanten Unterschiede feststellen: Lokalisation der Krümmung, Operationsalter (in beiden Gruppen 15.6 Jahre), Spondylodesestrecke und Dauer der ununterbrochenen Fixation.

Die folgende Auflistung zeigt unsere Beobachtungen
zusammengefaßt im Überblick:

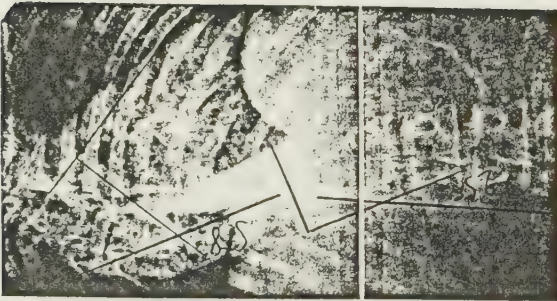
	Keine Pseudo- arthrosen 35 Pat.=100%	Pseudo- arthrosen 16 Pat.=100%
Geschlechtsverteilung m:w	1:5	1:15
Ätiologie idiopathisch Polioskoliosen	74.3% 5.7%	81.3% 12.5%
Lumbale Lokalisation	5.7%	6.3%
Einbogige Skoliosen	31.4%	50%
OP-Alter in Jahren	15.6	15.6
OP-Alter über 18 J.	20%	18.8%
Distanz der Spondylo- desegrenze zum Neu- tralwirbel in Segmen- ten	0.86	0.5
..zum unteren Neu- tralwirbel	0.03	-0.06
<u>Operationsverfahren</u> m. Harr.-Instr. o. Harr.-Instr.	94.3% 5.7%	62.5% 37.5%

Fortsetzung der Auflistung über die Pseudoarthrosen:

	keine Pseudo- arthrosen	Pseudo- arthrosen
Postoperative Liege- zeit in Wochen	8.4	12.7
o. Harr.-Instr.	9.4	13
m. Harr.-Instr.	8.3	12.5
Ununterbrochene Fixa- tionsdauer in Monaten	13	13.7
o. Harr.-Instr.	13	10.6
m. Harr.-Instr.	13	15.4
Präoperative Ausprä- gung in Cobb		
Primärkrümmungen	73.3	78.7
Einbogige Skoliosen	63.6	82.9

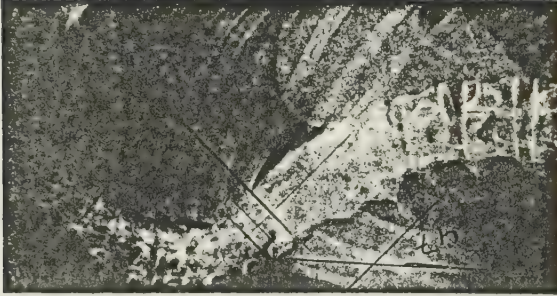


präoperativ 81°

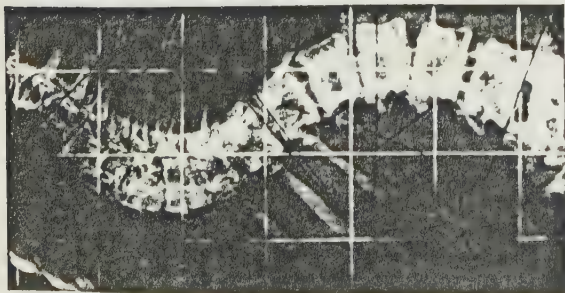


postoperativ 58°

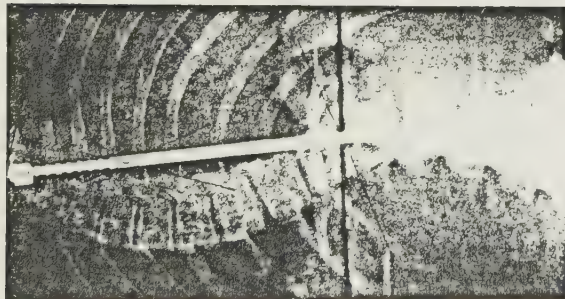
Pat. I.K. (w) geb. 1.7.53, OP 1968
Pseudarthrose nach Operation ohne
Harrington-Instrumentarium



letzte Kontrolle 83°

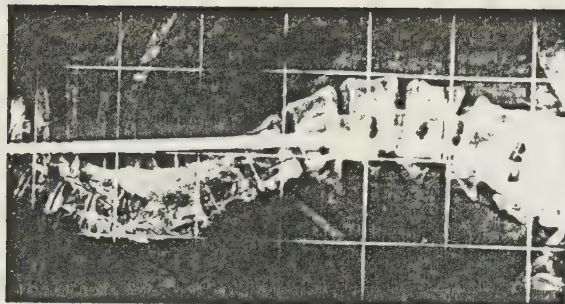


präoperativ 25°



postoperativ 37°

Pat. I.L.L. (w) geb. 2.1.59, OP 1972
Pseudoarthrose nach Operation mit
Harrington-Instrumentarium



letzte Kontrolle 56°

7.4. Untersuchung der Stabbrüche

In unserem Patientenkollektiv erlebten wir bei den 43 Harrington-Patienten drei Stabbrüche (7%). Da es sich bei den Stabbrüchen um schwerwiegende Komplikationen handelt, die bei unseren Fällen jeweils eine Reoperation erforderlich machten, soll die Problematik der Stabbrüche an dieser Stelle näher erörtert werden.

7.4.1. Die Häufigkeit der Stabbrüche in der Literatur

In den verschiedenen Veröffentlichungen schwanken die Häufigkeitsangaben sehr stark, wenn auch nicht in dem Ausmaße wie die Angaben über Pseudoarthrosen. So weist die schon mehrfach zitierte Retrospektive Erhebung (ROMPE 1976) eine Rate von 4% Stabbrüchen bei

Harrington-Patienten auf. BEYELER, PEYER und VON RAVEN (1976), die die Komplikationen der Erhebung näher untersuchten, fanden in einem aus nicht-kontinentaler Literatur zusammengefaßten Vergleichskollektiv eine Rate von 2% Stabbrüchen.

ZIELKE und PELLIN (1975) beobachteten in der Tübinger Klinik drei Stabbrüche bei fast 300 Operationen. In einem in den Jahren 1971 bis 1973 operierten Patientenkollektiv von 42 Patienten stellten MATZEN,

FISCHER und PAULUS (1974) 2 Stabbrüche fest, was einem Prozentanteil von fast 5% entspricht.

Eine Prozentzahl von etwa 10 stellten JANSSEN, PEYER und DIETSCHI (1974) in einem in den Jahren 1967 bis 1972 operierten Patientenkollektiv fest.

7.4.2. Beobachtungen bei Patienten mit Stabbrüchen
Nach Ansicht von ZIELKE und PELLIN (1975) ist der Bruch eines Distraktionsstabes ein Ermüdungsbruch, der nur auf mechanisch falsche Implantation, worunter die Autoren schräge oder unter Spannung stehende Implantation verstehen, zurückgeführt werden kann - oder es liegt eine ungenügende Stabilisation der Hauptkrümmung vor, d.h. eine ungenügende Spondylodese oder eine Pseudoarthrose. Die drei von den Autoren in Tübingen beobachteten Stabbrüchen lagen alle bei Lähmungsskoliosen vor, die eine ungünstige mechanische Belastung für den Harrington-Stab bedeuten.

Belastungsversuche an geraden und gebogenen Harrington-Distraktionsstäben, wie ULRICH (1976) sie beschreibt, brachten dahingehend Aufschlüsse, daß 1. gebogene und gerade Stäbe annähernd gleiche mechanische Beanspruchung aushalten und 2. der gekerbte Teil der Harrington-Stäbe am anfälligsten für Brüche ist.

Die von JANSSEN, PEYER und DIETSCHI (1974) veröffentlichten Untersuchungen ihrer Stabbruchpatienten brachten unter anderem folgende zusammengefaßten Beobachtungen: 1. Stäbe brechen meistens vor Abschluß der knöchernen Konsolidierung der Spondylodese, die von den Autoren nach neun Monaten als vollzogen angesehen wird; 2. Distraktionsstäbe sind besonders im gekerbten Teil und direkt über dem kaudalen Haken bruchgefährdet; 3. in gegenteiliger Ansicht zu ULRICH (s.o.) sind gebogene Stäbe eher bruchgefährdet.

Die zwei von MATZEN, FISCHER und PAULUS (1974) beobachteten Stabbrüche stellten sich 18 bzw. 23 Monate nach der Operation ein.

Bei der von BEYELER, PEYER und VON RAVEN (1976) durchgeführten, schon oben erwähnten Untersuchung wurde ersichtlich, daß die vor dem 18. Lebensjahr operierten Patienten eine Rate von 2,5% Stabbrüchen zeigten gegenüber einer Rate von 10,9% Stabbrüchen bei den Operationen nach dem 18. Lebensjahr. Aus diesem augenfälligen Unterschied schlossen die Autoren, daß die Stabbrüche am ehesten als Ermüdungsbrüche aufzufassen sind, da bei älteren Patienten strafferer Gewebe und längerer knöcherner Durchbau vorliege. Eine zeitliche Häufung von 1970 wurde festgestellt, was die Autoren als Hinweis auf ein Materialproblem werteten.

7.4.3. Die Stabbrüche unseres Patientenkollektivs
In den drei Fällen unseres Patientenkollektivs mit Stabbrüchen handelte es sich um idiopathische Skoliosen, und zwar um eine einbogige Kyphoskoliose, eine Tripelskoliose und um eine Lumbalskoliose, die in den Jahren 1970, 1972 und 1973 operiert worden waren.

Die Tripelskoliose mit einem Ausprägungsgrad von 69° nach Cobb in der Hauptkrümmung und die Kyphoskoliose mit 89° wurden durch Implantation eines Distraktionsstabes korrigiert, als die beiden Skolioseträgerinnen 17 Jahre alt waren.

Die Lumbalskoliose von 96° nach Cobb wurde durch konkavseitiges Anbringen zweier Distraktionsstäbe über einem Sakralstab aufgerichtet, als die Patientin gerade 11 Jahre alt war.

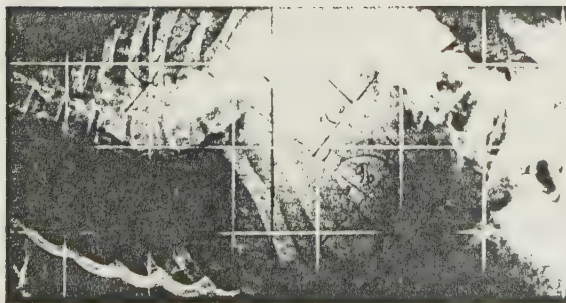
Aus den Verlaufskontrollen geht hervor, daß der Stabbruch bei der einbogigen Kyphoskoliose 3 Jahre, bei der Tripelskoliose 1.5 Jahre und bei der Lumbalskoliose bereits ein Jahr post operationem eintrat.

Die Lumbalskoliose zeigte, offenbar da sie sich noch in der Konsolidierungsphase befand, den größten Verlust mit 37° nach Cobb, die Tripelskoliose mit Stab-

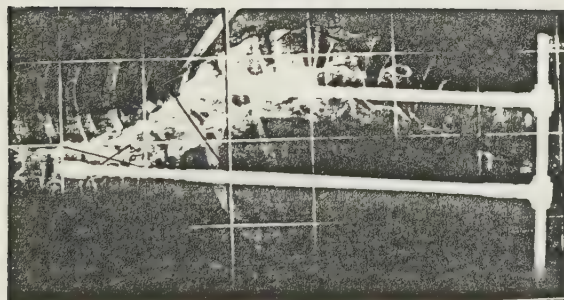
bruch nach 1.5 Jahren zeigte 23° Verlust. Die Kyphoskoliose zeigte einen Verlust von 7° bei einem Ausgangswinkel von 89° , was als Hinweis darauf gewertet werden kann, daß ein abgeschlossener knöcherner Durchbau größere Verluste nicht zuläßt.

Es fiel auf, daß die Spondylodesestrecke bei den drei Stabbruchpatienten deutlich vor dem oberen Neutralwirbel endete.

Röntgenaufnahmen aus dem Verlauf der lumbalen Skoliose mit Stabbruch zeigten, daß nicht allein der stark belastete äußere Distraktionsstab in dem besonders gefährdeten gekerbten Teil gebrochen war, sondern auch der Sakralstab eine Lageveränderung zur Seite erfahren hatte (s. Fotos).

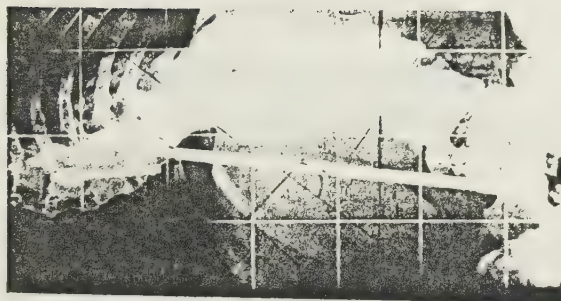


präoperativ 96°



postoperativ 58°

Pat. L.N. (w) geb. 26.6.61, OP 1972
Stabbruch bei Lumbalskoliose



letzte Kontrolle 82°

8. Diskussion und vergleichende Beurteilung des Behandlungsverfahrens

8.1. Wertung des Behandlungsverfahrens

Die im Durchschnitt durchaus befriedigenden Operations-
ergebnisse, die an unserer nicht auf Skoliosenbe-
handlung besonders spezialisierten Klinik erzielt
wurden, rechtfertigen eine nähere Betrachtung der
präoperativen Behandlung und des an der Klinik damals
geübten Verfahrens.

8.1.1. Die DUCROQUET-Vorbehandlung

Die präoperative Lockerung der skoliotischen Wirbel-
säulen erfolgte bei den untersuchten Patienten aus-
nahmslos nach dem Ducroquet-Extensionsverfahren.

Unseres Erachtens wird dadurch neben einer ausreichen-
den Lockerung und Aufdehnung der Krümmungen folgendes
erreicht:

1. Eine Aktivierung des Patienten,
2. Eigendosierung durch den Patienten und dadurch Ver-
meidung von Überdehnungen und
3. Kreislauf- und Atemtraining durch die Körperarbeit.

Die Auswertung der Operationsergebnisse und der Kom-
plikationen zeigte uns, daß sich mit diesem Verfahren
gute Operationsergebnisse erzielen ließen, daß prä-

operative Komplikationen nicht auftraten und neurologische Ausfälle sowie Fälle von Ileus infolge einer Überdehnung ausblieben.

Nach ROMPE (1974) waren in dem schon mehrfach zum Vergleich herangezogenen Patientengut der "Retrospektiven Erhebung" bei 7% der Patienten präoperative Komplikationen wie z.B. Halo-Ausrisse zu verzeichnen. In einem Patientengut von 68 Patienten erwähnt HARRINGTON (1962) 41 Fälle von Ileus.

Bei konsequenter Durchführung stehen den Vorteilen des Ducroquet-Extensionsverfahren unseres Erachtens keine Nachteile gegenüber. Für sehr hochgradige Skoliosen erscheint heute die Halo-Extension allerdings wirkungsvoller.

8.1.2. Tibia-Span und Technik der Brustwirbelgelenksversteifung

Das Operationsverfahren selbst unterschied sich von dem an anderen Kliniken geübten Verfahren hauptsächlich in zwei Punkten: Während die Gewinnung zusätzlichen Knochenmaterials zumeist aus den Darmbeinschaufeln erfolgt, wurden bei unseren Patienten Spongiosamaterial und ein langer Periost-Corticalis-Lamellenspan von den Tibien entnommen; 2. die Brustwirbelgelenke wurden nicht gezielt durch Ausräumung

der Gelenkfacetten versteift, sondern durch Auf-
rauhung der Randabschnitte plus Anlagerung von Span-
material.

Die Entnahme des Knochenmaterials aus der Tibia wurde
von einem zweiten Operationsteam vorgenommen. Dadurch
wurde die Operationsdauer und das damit erhöhte
Operationsrisiko gesenkt. Komplikationen an den End-
nahmestellen sahen wir weder intraoperativ noch in
der Verlaufskontrolle.

GÖTZE (1976) hält eine stabile Spondylodese nur für
erreichbar durch die radikale Entknorpelung der kon-
kav- und konvexeitigen Intervertebralgelenke. Unsere
Pseudoarthrosenrate lag bei Anwendung des Harrington-
Gerätes allerdings mit 27,9% höher als der Durch-
schnitt der Sammelstatistik von Rompe, der 22% betrug.
Es ist die Frage, ob für diese Zahl die unvoll-
kommene Arthrodesen der Brustwirbelgelenke oder die
Anwendung des früher üblichen Tibia-Periost-Lamellen-
spanes verantwortlich ist.

Ermittelt man jedoch den Korrekturverlust aufge-
schlüsselt nach den Krümmungen (Kapitel 8.2.3.), so
zeigt sich, daß bei den thorakalen Hauptkrümmungen
in unserem Krankengut nur 9° Korrekturverlust im Ver-
gleich zu 13° bei der Retrospektiven Gemeinschaftser-
hebung eingetreten war. Demgegenüber betrug der
Krümmungsverlust bei den lumbalen Hauptkrümmungen aber

hier $22,4^{\circ}$ im Vergleich zu 4° bei der Sammelstatistik. Wäre die weniger ausgiebige Verödung der Brustwirbelgelenke entscheidend, so müßte der Korrekturverlust bei den thorakalen Hauptkrümmungen auffallender sein. Auch der Periost-Kortikalis-Lamellenspan kann zumindest im Bereich der Brustwirbelsäule nicht für das Ergebnis entscheidend sein, eher für die Pseudoarthrosenrate der Lumbalskoliosen. Von dieser Spananlagerungstechnik wurde in späteren Jahren abgegangen.

8.2. Die Korrekturergebnisse im Vergleich mit der Literatur

Nach MATZEN und FISCHER (1976) betrug die durchschnittliche Aufrichtung bei den Fällen der "Multizentrischen retrospektiven Erhebung" mit Harrington-Instrumentarium 26° , ohne Stabsystem $14,8^{\circ}$. Demgegenüber stehen unsere Ergebnisse mit $15,2^{\circ}$ bei Verwendung des Harrington-Systems und $6,3^{\circ}$ bei den ohne Stabsystem Operierten.

Im Gesamtkollektiv der "Multizentrischen Erhebung" betrug die mittlere prozentuale Aufrichtung 16%, in unserem Kollektiv 21,2%.

Gradmäßig waren die Ergebnisse also schlechter, prozentual jedoch besser, was nur dadurch erklärt wird, daß die präoperativen Krümmungen unseres Patientengutes nicht so stark ausgeprägt waren wie bei den

Patienten der "Retrospektiven Erhebung".

Gemeinsam ist beiden Untersuchungen, daß sich mit dem Harrington-Verfahren etwa doppelt so große Aufrichtungen erzielen ließen wie ohne Harrington-System.

8.2.1. Vergleich der Ergebnisse in bezug auf die Ätiologie

Die Untersuchung der "Retrospektiven Erhebung" kam zu dem Ergebnis, daß prozentual wie graduell die Polioskoliosen die beste Korrektur erreichen ließen, gefolgt von den idiopathischen Skoliosen, während die kongenitalen Skoliosen die schlechtesten Ergebnisse zeigten.

In unserer Untersuchung zeigten die Polioskoliosen die schlechteste Korrektur, was durch einen sehr hohen postoperativen Korrekturverlust verursacht war. An zweiter Stelle standen die Ergebnisse der idiopathischen Krümmungen. Die bei weitem beste Korrektur wurde bei den Mißbildungsskoliosen erzielt; sie zeigten auch den geringsten postoperativen Verlust.

Die Daten in der Übersicht:

	Korrektur	
	"Retroszp.Erheb."	Unsere Pat.
Idiopath.Skoliosen	11° 16% n=1178	15.7° 20.9% n=34
Polioskoliosen	16° 20% n= 241	8.7° 9.7% n= 4
Kongenitale Skol. bzw. Mißbildungs- skoliosen	10° 13% n= 161	23.3° 30.7% n= 3

	Korrekturverluste	
	"Retroszp.Erheb."	Unsere Pat.
Idiopath.Skoliosen	12° n=1178	12° n=34
Polioskoliosen	12° n= 241	14.8° n= 4
Kongenitale Skol. bzw. Mißbildungs- skoliosen	8° n= 161	4° n= 3

8.2.2. Vergleich der Ergebnisse in bezug auf die Schweregrade

Da die Unterteilung der Schweregrade bei den beiden verglichenen Untersuchungen nicht identisch war, müssen geringfügige Verzerrungen für die Schweregradgruppen I und II berücksichtigt werden:

	"Retrospekt. Erhebung"	Unsere Patienten
Schweregrad I	0 - 59°	0 - 70°
Schweregrad II	60° - 99°	71° - 100°
Schweregrad III	über 99°	über 100°

Hinzu kommt, daß in unsere Untersuchung die Sekundärkrümmungen miteinbezogen sind, während in der "Retrospektiven Erhebung" nur die Hauptkrümmungen berechnet wurden.

Die Erkenntnis, daß das prozentuale wie auch das graduelle Korrekturergebnis mit der Schwere der Verkrümmung wächst, wird durch beide Untersuchungen bestätigt. Was die Gruppe des Schweregrades III anbelangt, sind die Erhebungen nahezu quantitativ identisch.

Einen Überblick über die Korrekturergebnisse in der Gegenüberstellung der Schweregrade zeigt folgende Aufstellung:

	Korrektur	
	"Retrospekt. Erhebung"	Unsere Patienten
Schweregrad I	4° 7.3% n=404	9.8° 19.5% n=41
Schweregrad II	14° 18. % n=611	18.3° 21.9% n=23
Schweregrad III	27° 23 % n=109	28.8° 23.7% n= 4

Die Korrekturverluste der Schweregradgruppen lagen wie folgt:

	Korrekturverlust	
	"Retrospekt. Erhebung"	Unsere Patienten
Schweregrad I	10° n=404	8.2° n=41
Schweregrad II	12° n=611	11.3° n=23
Schweregrad III	13° n=109	15.7° n= 4

Hinsichtlich der Korrekturverluste wird übereinstimmend die Tendenz deutlich, daß mit größerer postoperativer Korrektur auch der Korrekturverlust ansteigt.

8.2.3. Vergleich der Ergebnisse in bezug auf die Lokalisation der Hauptkrümmung

In der "Retrospektiven Erhebung" wurden die Beziehungen zwischen Korrektur und Krümmungslokalisation an Beispiel der Kinderlähmungsskoliosen dargestellt. Hingegen beziehen sich unsere Zahlenangaben auf unser gesamtes Patientenkollektiv.

Der "einbogigen Skoliose" unserer Erhebungen entspricht in der Gegenüberstellung die "c-förmige Skoliose" der "Retrospektiven Erhebung":

	Korrektur	
	"Retrospekt. Erhebung" 1)	Unsere Patienten
Hauptkrümmung thorakal	17° 19% n=162	18.5° 25 % n=24
Hauptkrümmung lumbal	8° 13% n=13	21.6° 26.2% n=3
einbogige Skoliosen bzw.c-förmige Skoliosen	17° 26% n=112	9.1° 11.7% n=16

1) nur Polio-Patienten!

Die Aufstellung läßt erhebliche Unterschiede erkennen: in unserem Patientenkollektiv zeigte sich eine in vergleichbarer Höhe liegende Korrigierbarkeit von thorakalen und lumbalen Verkrümmungen, hingegen eine schlechte Korrekturfähigkeit der einbogigen Skoliosen. Die "Retrospektive Erhebung" zeigte annähernd gleiche Korrektur von thorakaler Hauptkrümmung und c-förmiger Skoliose, dagegen eine SCHLECHTERE Korrigierbarkeit der lumbalen Hauptkrümmung, die etwa der Korrektur der einbogigen Skoliosen unseres Patientengutes vergleichbar war.

Erhebliche Unterschiede weist auch die Aufstellung der postoperativen Korrekturverluste auf:

	Korrekturverlust	
	"Retrospekt. Erhebung"	Unsere Patienten
Hauptkrümmung thorakal	13° n=162	9° n=24
Hauptkrümmung lumbal	4° n= 13	22.4° n= 3
einbogige Skoliosen bzw.c-förmige Skoliosen	15° n=112	11.7° n=16

Augenfällig ist das entgegengesetzte Verhalten der postoperativen Korrekturverluste der lumbalen Hauptkrümmungen. Es ist beachtlich, daß trotz des hohen

Korrekturverlustes der lumbalen Hauptkrümmung in unserem Patientenkollektiv diese Krümmung noch die beste graduelle und prozentuale Endkorrektur erzielen konnte. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Zahl unserer Patienten in dieser Gruppe klein ist, sodaß ein Vergleich nur bedingt möglich ist.

9. Zusammenfassung

1. Die Daten, auf denen diese Untersuchung basiert, wurden im Rahmen einer Sammlstatistik für den 62. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie erstellt. Ein Teil der Patienten wurde klinisch untersucht und befragt.

2. Zur Einführung werden kurz abgehandelt Nomenklatur, pathologische Anatomie und Einteilung der Skoliosen nach Schweregrad.

3. Die Sichtung der neueren und auch der älteren Literatur über die Ätiologie der idiopathischen Skoliosen ergibt verschiedene Auffassungen über die Skoliosenentstehung. Die Tendenz geht zur Annahme metabolischer, erblicher Störungen. Biochemische Untersuchungen und Familienerhebungen deuten in diese Richtung. In unserem Patientenkollektiv befanden sich zwei Patientinnen, bei denen je ein Geschwisterteil ebenfalls eine Wirbelsäulenverbiegung hat. Einhelliger sind die Meinungen und Untersuchungen in bezug auf die Pathogenese der paralytischen, kongenitalen und statischen Skoliosen.

4. Obwohl symmetrische Wirbelsäulenmißbildungen allgemein nicht als eine unbedingte Ursache einer Seitenverbiegung angesehen werden, wies unser Krankengut

drei solcher Fälle aus: Spina bifida in Verbindung mit einem Schultwirbel, Status dysraphicus und Schmetterlingswirbel. Im letzteren Fall war die Lokalisation der Mißbildung identisch mit dem Krümmungsscheitel.

5. Eine statische Skoliose war verursacht worden durch die Überkorrektur einer Beinverkürzung, die traumatisch bedingt war.

6. Eine weitere Ursache für eine Skoliose war in unseren Patientenkollektiv eine geburtstraumatisch bedingte obere Plexuslähmung (ERB).

7. Die präoperative apparative Behandlung erfolgt heutzutage mit dem Milwaukee-Korsett, verschiedenen Gipsen, der Ducroquet-Extension, "Cotrel-Dynamic-Spine-Traction" und der Halo-Extension. Als Operationsverfahren hat sich die dorsale Spondylodese in Verbindung mit dem HARRINGTON-Instrumentarium absolut durchsetzen können. Das HARRINGTON-Instrumentarium wurde in den letzten Jahren weiterentwickelt und ergänzt: Druckmessgeräte zur Verhinderung von Bogenbrüchen, Hakenausrissen und Querfortsatzabbrüchen während der intraoperativen Distraction u.a. wurden konstruiert und haben sich mittlerweile bewährt. Auf die Insertion des Kompressoriums wird von den meisten Autoren verzichtet.

8. Zur Auswertung wurden die Röntgenbilder und Krankengeschichten von 51 Patienten herangezogen, die von 1966 bis August 1974 in der Orthopädischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Dortmund einer dorsalen Spondylodese unterzogen wurden. 27 Patienten konnten im September 1976 klinisch untersucht und geröntgt werden. Bis auf die postoperativen Bilder kamen nur Stehaufnahmen zur Auswertung. Ausgemessen wurde nach der COBB'schen Methode. Die Beobachtungsdauer nach der Operation betrug im Mittel 3.08 Jahre.

9. Das Untersuchungsmaterial umfaßte 39 idiopathische, 4 paralytische Skoliosen, 3 Mißbildungsskoliosen, 3 Kyphoskoliosen (davon zwei M. Scheuermann), eine statische Skoliose und eine Skoliose infolge eines Geburtstraumas des oberen Plexus (ERB). Die Mehrzahl der idiopathischen Skoliosen und die Mißbildungsskoliosen waren zweibogig. Einbogig waren die Polioskoliosen, die Skoliose nach Erb'scher Lähmung und die Skoliosenkomponente der Kyphoskoliosen. Der Krümmungsscheitel der oberen Krümmung lag im Mittel bei Thorakale 8.8, der der unteren bei Lumbale 2.5.

10. Die Primärkrümmungen zeigten eine durchschnittliche Ausprägung von 75° . Am stärksten ausgeprägt waren mit 89.5° die einbogigen Polioskoliosen. Die Sekundärkrümmungen lagen im Mittel bei 52.2° .

11. Das Durchschnittserkennungsalter betrug 9.2. Jahre. Im Erkennungsalter der idiopathischen Skoliosen wurden zwei Häufigkeitsgipfel festgestellt: Zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr und zwischen dem 11. und 14. Lebensjahr. Das Geschlechtsverhältnis betrug männlich:weiblich gleich 1:6.

12. Die präoperative Behandlung bestand in Extension mit dem DUCROQUET, Gymnastik und Atemgymnastik im Mittel über 1.6 Monate. Mehr als die Hälfte der Patienten wurde im Alter von 13 bis 16 Jahren operiert. 43 der 51 wurden unter Verwendung des Harrington-Instrumentariums operiert. Elf unterschiedliche Varianten bzw. Kombinationen der Stäbe kamen zum Einsatz. Bei 10 Patienten wurde das Kompressorium mitverwandt. Die Spondylodese erstreckte sich im Mittel über 10.8 Segmente. Postoperativ blieben die Patienten mit Harrington-Instrumentarium 9.3 Wochen in der Gipsliegenschale, die übrigen 12.1 Wochen. Die Gesamtdauer der postoperativen Fixation (einschließlich Milwaukee-Korsett) betrug für Harrington-Patienten 13.6 Monate, für die übrigen 11.2 Monate.

13. Der Überblick über die Ergebnisse ergibt folgendes Bild: Mit dem Harrington-Instrumentarium ließ sich eine Korrektur von 23.7% (16.1°) erreichen, ohne Harrington-Instrumentarium 9.8% (6.3°). Aufgegliedert wurden folgende Korrekturen erzielt: Das beste Ergebnis zeigten die Mißbildungsskoliosen mit 30.7%

(23.3), gefolgt von den idiopathischen Skoliosen mit 20.9% (15.7°); 9.7% (8.7°) erreichten die Polio-skoliosen. Die prozentual wie graduell besten Ergebnisse wurden in der Schweregradgruppe III erzielt (Winkel über 100°). In der Endkorrektur von thorakalen und lumbalen Hauptkrümmungen wurde kein signifikanter Unterschied sichtbar (26.2% bei den lumbalen gegenüber 25% bei den thorakalen Hauptkrümmungen). Die Sekundärkrümmungen konnten trotz eines sehr hohen postoperativen Korrekturverlustes eine Endkorrektur von 21.9% (11.5°) vorweisen. Eine schlechte Korrigierbarkeit zeigten einbogige Skoliosen (11.7%, 9.1°).

14. Die abschließende Untersuchung und Befragung der Patienten im September 1976 konnte feststellen, daß die Patienten in der Mehrzahl subjektiv und objektiv sehr von der Operation profitiert hatten. Sie waren fast alle berufstätig und auch ansonsten ins Alltagsleben voll integriert. Allen hatte die Operation auch psychisch geholfen.

15. Elf Patienten, die alle nach HARRINGTON operiert worden waren, wiesen intra- und postoperative Komplikationen auf. Präoperative Komplikationen traten nicht auf. Ein postoperativer Verlust von mehr als 10° trat bei 75% der ohne Harrington-Instrumentarium und bei 27.9% der Harrington-Patienten auf. Der Schwerpunkt der Komplikationen lag intraoperativ -

im Gegensatz zur Sammelstatistik der "Retrospektiven Erhebung", die einen postoperativen Komplikationsschwerpunkt aufwies. Schwerwiegende Komplikationen wie Tod oder Lähmungen traten nicht auf.

16. Mit 31.4% lag die Pseudoarthrosenrate für das Gesamtkollektiv (mehr als 10° Korrekturverlust) sehr hoch. Angaben in der Literatur über die Häufigkeit der Pseudoarthrosen schwanken zwischen 1.5% und 30%. Als einziges objektives Kriterium zur Diagnosestellung einer "Pseudoarthrose" sollte der Korrekturverlust herangezogen werden, es sei denn, eine Nachoperation mit histologischer Untersuchung sichert die Diagnose. Signifikante Auffälligkeiten zeigten die Pseudoarthrosenpatienten in folgenden Punkten: Männliche Patienten waren überrepräsentiert, Polioskoliosen zeigten sich besonders anfällig, einbogige Skoliosen neigten eher zur Pseudoarthrosenbildung als mehrbogige. Die postoperative Liegezeit war bei Pseudoarthrosenpatienten überdurchschnittlich lang. Von Pseudoarthrosen betroffene einbogige Skoliosen zeigten präoperativ eine fast 20° stärkere Ausprägung als die übrigen einbogigen Skoliosen.

17. Drei Stabbrüche stellten wir fest. Hinsichtlich der Ursache für Stabbrüche werden folgende Faktoren diskutiert: falsche Implantation, ungenügende Stabilisation der Hauptkrümmung, Vorbiegung der Stäbe. Bei unseren Stabbruchpatienten fiel auf, daß

die Spondylodesestrecke deutlich vor dem unteren Neutralwirbel endete.

18. Die Ducroquet-Vorbehandlung erwies sich als schonende, aktivierende und effektive Methode der Vorbehandlung.

19. Die Gewinnung zusätzlichen Knochenmaterials aus den Tibien und die Versteifung der Brustwirbelgelenke durch Aufrauhung der Randabschnitte plus Anlagerung von Spanmaterial waren zwei Unterscheidungspunkte gegenüber den heute geübten Verfahren. Es wird diskutiert, ob durch Totalverödung der Brustwirbelgelenke und andere Spananlagerungstechnik die Pseudoarthrosenrate hätte niedriger gehalten werden können. Für die thorakalen Hauptkrümmungen läßt sich dies nicht sagen. Das Spanmaterial könnte nur bei den lumbalen Primärkrümmungen unzureichend gewesen sein.

20. Ein Vergleich mit den Korrekturergebnissen der "Retrospektiven Erhebung" zeigte in unserem Patienten-gut eine Endkorrektur von 21.1% gegenüber 16%. In beiden Untersuchungen wurde bei den nach dem Harrington-Verfahren Operierten eine etwa doppelt so große Aufrichtung nachgewiesen wie bei den ohne Harrington-Instrumentarium Operierten. Erhebliche Unterschiede wurden deutlich bei der nach Ätiologie aufgeschlüsselten Gegenüberstellung:
Die in unserem Kollektiv die besten Ergebnisse auf-

weisenden Mißbildungsskoliosen (30.7%) schnitten in der "Multizentrischen retrospektiven Erhebung" am schlechtesten ab (13%). Umgekehrt die Polioskoliosen: Sie zeigten in der Sammelstatistik die beste Aufrichtung (20%), dagegen wiesen unsere Poliopatien eine sehr niedrige Endkorrektur auf (9.7%). Beide Untersuchungen bestätigten, daß das prozentuale wie graduelle Korrekturergebnis mit der Schwere der Verkrümmung wächst. Was die Lokalisation der Krümmungen anbelangt, so ließen sich bei unseren Patienten die lumbalen Hauptkrümmungen am besten aufrichten (20.2%), die einbogigen Skoliosen am schlechtesten (11.7%). Die Sammelstatistik wies für die einbogigen Skoliosen das beste Ergebnis aus (20%), für die lumbalen Krümmungen das schlechteste (13%). Augenfällig war das entgegengesetzte Verhalten der postoperativen Korrekturverluste der lumbalen Hauptkrümmungen: In der Sammelstatistik verloren sie im Durchschnitt 4° , bei unseren Patienten betrug der Verlust 22.4° .

10. Literaturverzeichnis

1. AEPPLI, U. Das Ergebnis der Spondylodese
bei Skoliosen Jugendlicher in
Hinblick auf die Lungenfunktion.
Archiv für orthopädische und
Unfallchirurgie,
56 (1964) 155-165

2. ALBEE, F. H. Meine Verwendung der Knochen-
transplantation. Ein Bericht
über 250 Fälle.
Verh.Dtsch.Orthop.Ges.,
13. Kongreß (1914) 112

3. ALBEE, F. H., Die Albee'sche Operation als
A. KUSHNER Behandlung der Skoliosen.
Surg.Gyn.Obstetr.,
66 (1938) 797

4. ALLAN, F. G. Scoliosis: operative correction
of fixed curves.
Journal of bone and Joint
Surgery,
36-B (1954) 145

5. BAUER, F. zitiert nach RATHKE (1958)

6. BERQUET, K.-H. Überlegungen zur Erbllichkeit
der idiopathischen Skoliose.
Zeitschrift für Orthopädie,
101 (1966) 197-209
7. BEYELER, J., Komplikationen bei von dorsal
J. PEYER, versteiften Skoliosen.
M. VON RAVEN Zeitschrift für Orthopädie,
114 (1976) 567-572
8. BLOUNT, W. P., Das Milwaukee-Korsett.
A. C. SCHMIDT Verhandlungen der Deutschen
Orthopädischen Gesellschaft,
41 (1953) 221
9. BLOUNT, W. P., The Milwaukee Brace in the
A. C. SCHMIDT, Operative Treatment of
E. D. KEEVER, Scoliosis.
E. T. LEONARD Journal of Bone and Joint
Surgery,
40-A (1958) 511-525
10. BÖHMER, D., Biochemischer Beitrag zur
B. NOLTE Ätiologie der Skoliose.
Zeitschrift für Orthopädie,
110 (1972) 137-140

11. BONNET, Ch.,
J. PERRY,
J. C. BROWN,
B. J. GREENBERG
Halo-Femural-Distracton and
Posterior Spine Fusion for
Paralytic Scoliosis..
6.Ann.Meet.Scol.Res.Soc.1971.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
54-A (1972) 202
12. BORGMANN, F.
Die Skoliose.
Der Landarzt, 40. Jahrgang
Heft 4 (1964) 136-141
13. BRADFORD, E. H.
The Aetiology of Lateral
Curvature.
Boston Med. Surg.
114 (1866)
14. BRANDENBURG, F.
Über Stellungs- und Haltungs-
anomalien rachitischer Kinder.
Zeitschrift für orthopädische
Chirurgie,
15 (1905) 114
15. BROGDEN, W. E.
Review of 100 Cases of Scoliosis
Treated by Spine Fusion.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
18-A (1936) 1027-1029

16. BRUNK, M. The Importance of Rickets in
Childhood as a Cause of
Scoliosis in Adult Age.
Acta Orthopaedica Scandinavica,
Suppl. IX (1951) 1-105
17. COBB, J. R. Outline for the Study of
Scoliosis. Instructional
Course Lectures.
The American Academy of Ortho-
paedic Surgeons,
5 (1948) 261-275
18. COLONNA, P. C., A Study of Paralytic Scoliosis
F. v. SAAL Based on 500 Cases of Polio-
myelitis.
*Journal of Bone and Joint
Surgery*,
23-A (1941) 335-353
19. DAWSON, E. G., Surgical Management of
A. CARON, Scoliosis in the Adult.
J. H. MOE 7. Ann. Meet. Scol. Res. Soc. 1972.
*Journal of Bone and Joint
Surgery*,
55-A (1973) 437

20. DEBRUNNER, U. Orthopädisches Diagnostikum.
Georg Thieme Verlag Stuttgart,
2. Auflage 1973
21. DOLEGA, M. Zur Pathologie und Therapie
der kindlichen Skoliose.
Leipzig 1897
22. DONNARI, G. Vorläufiger Beitrag zu Ätiolo-
gie und Pathogenese der so-
genannten idiopathischen Skoliose.
Zeitschrift für Orthopädie,
98 (1964) 251-258
23. DUNKEL, F. Die operative Behandlung der
Skoliose. Postoperative Unter-
suchung von 70 Fällen.
Dissertationsarbeit Münster
1967
24. DWYER, A. F. Experience of Anterior
Correction of Scoliosis.
Clinical Orthopedics
93 (1973) 191
25. ENDLER, F. Die Degenerationsleiden der
Wirbelsäule, ihre konservative
und operative Behandlung.
Wiener Medizinische Wochen-

zeitschrift,

122. Jahrgang (1972) 543-551

26. ENGELMANN, G.

Über das Liegentragen der
Kinder und die Häufigkeit der
Linksskoliosen.
Wiener klinische Wochenschrift,
27 (1914) 47

27. GEORGE, K.,
J. RIPPSTEIN

A Comparative Study of the Two
Popular Methods of Measuring
Scoliotic Deformity of the
Spine.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
43-A (1961) 809-818

28. GLISSON, F.

De rachitide, 1671.
Zitiert nach E. FISCHER,
Geschichte und Behandlung der
seitlichen Rückgratverkrümmungen.
C. F. Schmidt,
Strassburg 1885

29. GÖTZE, H. G.

Die Techniken der dorsalen Ver-
steifungsoperation ohne und mit
Harrington-Stäben.
Zeitschrift für Orthopädie,
114 (1976) 525-528

30. GÖTZE, H. G.,
M. IMMENKAMP,
H. H. MATTHIAS
Die operative Behandlung der
Skoliose mit dem Harrington-
Instrumentarium.
Zeitschrift für Orthopädie,
109 (1971) 573-598
31. HAGLUND, P.
Zitiert nach F. W. RATHKE.
Handbuch der Orthopädie,
Georg Thieme Verlag Stuttgart,
Bd. II (1958) 188-236
32. HALL, J.
Idiopathic Scoliosis, Indica-
tions for Treatment and Follow-
Up Study of 210 Cases Treated
by Harrington-Instrumentation.
Postgraduate Course on the
Management and Care of the
Scoliosis Patient.
Zimmer, Warsaw, Indiana,
2.Ann.23 (1970)
33. HARRENSTEIN, R. J.
Sur la scoliose des nourrissons
et des jeunes enfants.
Revue d'Orthopédie et de
Chirurgie de Appareil Moteur,
3. Serie 23 (1936) 290-307

34. HARRINGTON, P. R. Treatment of Scoliosis.
Correction and Internal Fixa-
tion by Spine Instrumentation.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
44-A (1962) 591-610
35. HAUBERG, G., Die Orthesen für den Rumpf.
H. JOHN Georg Thieme Verlag,
Stuttgart 1973
36. HAYEK, W. Ererbte Rückenformen.
Zeitschrift für Orthopädie,
58 (1933) 537-539
37. HENSINGER, R. N., Evaluation of the Cotrel
G. D. MACEWEN Dynamic Spine Traction in the
Treatment of Scoliosis.
Orthopaedic Review,
3 (1974) 27-34
38. HIBBS, R. A. A Report of 59 Cases of
Scoliosis Treated by the
Fusion Operation.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
6-A (1924) 3-37

39. HIBBS, R. A.,
J. C. RIDSER,
A. B. FERGUSON
Scolioses Treated by the
Fusion Operation. An End-Result
Study of Three Hundred and
Sixty Cases.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
13-A (1931) 91-104
40. HIENZ, H. A.,
H. MAU
Röntgenologische und histolo-
gische Untersuchungen zur
Frage des postoperativen
Korrekturverlustes bei skolio-
tischen Wirbelsäulenverstei-
fungsoperationen.
Zeitschrift für Orthopädie und
ihre Grenzgebiete,
93 (1960) 477-494
41. JANI, L.,
E. MORSCHER
Die postoperative Entwicklung
der Sekundärkrümmung einer
Skoliose bei alleiniger Spondy-
lodese der Primärkrümmung.
Zeitschrift für Orthopädie,
114 (1976) 573-575
42. JANSSEN, G.,
J. PEYER,
C. DIETSCHI
Der Stabbruch nach Verwendung
des Harrington-Instrumentariums
zur Behandlung der Skoliose.
Zeitschrift für Orthopädie,
112 (1974) 839-842

43. JENTSCHURA, G. Ergebnisse der Skolioseoperationen in Abhängigkeit von der Lokalisation der Hauptkrümmung. Zeitschrift für Orthopädie, 114 (1976) 552-553
44. KAISER, G. Leitfaden für die Orthopädie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1968 4. Auflage
45. KNUPFER, H. Zur konservativen Behandlung paralytischer Skoliosen. Zeitschrift für Orthopädie, 88 (1957) 304-315
46. KNUTSSON, F. Contribution to the Discussion of the Biological Cause of Idiopathic Scoliosis. Acta Orthopaedica Scandinavica, 33 (1963) 89
47. KNUTSSON, F. Vertebral Genesis of Idiopathic Scoliosis. Acta Radiologica Scandinavica, 4 (1966) 395

48. LANGE, M. Die Bedeutung der früh rachitischen Veränderungen im späteren Leben.
Münchener Medizinische Wochenzeitschrift,
84 (1937) 2022.
49. LANGE, M. Die operative Behandlung der Skoliose.
Zeitschrift für Orthopädie,
88 (1957) 41-65
50. LANGE, M. Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie.
Enke Verlag Stuttgart,
Bd. II / 1 und 2 (1965)
51. LANGE, M. Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie.
Enke Verlag Stuttgart,
Bd. I (1971)
52. LANGENSKIÖLD, A., MICHELSSON, J. E. The Pathogenesis of Experimental Progressive Scoliosis.
Acta Orthopaedica Scandinavica,
Suppl. No. 59 (1962) 1-62

53. LINDEMANN, K. Über trophische Störungen und Kontrakturen im Rückbildungsstadium der Kinderlähmung. Zentralblatt für Chirurgie, 17 (1950) 1211-1216
54. LINDEMANN, K. Ätiologie und Pathogenese der Skoliose. Handbuch der Orthopädie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, II (1958) 160-187
55. LORENZ, A. Zitiert nach F. W. RATHKE, Spezielle Pathogenese der Skoliose. Handbuch der Orthopädie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, II (1958) 188-236
56. MAU, H. Der Formenkreis der enchondralen Dysostosen. Zeitschrift für Orthopädie, 88 (1957) 392
57. MAU, H. Die sogenannte Säuglings-skoliose und ihre krankengymnastische Behandlung. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1962, 1-69

58. MATZEN, K. A.,
V. FISCHER
Ergebnisse in Abhängigkeit von
Operationstechnik mit und ohne
Harrington-Instrumentarium.
Zeitschrift für Orthopädie,
114 (1976) 558-560
59. MATZEN, K.,
V. FISCHER,
W. PAULUS
Erfahrungsbericht über 42
Skolioseoperationen mit dem
Instrumentarium nach Harrington.
Zeitschrift für Orthopädie,
112 (1974) 1062-1070
60. MEZNIK, F.,
H. KOLLER,
F. KUMMER
Die Entwicklung der Lungenfunk-
tion nach Skolioseoperationen.
Zeitschrift für Orthopädie,
110 (1972) 542-544
61. MICHEL, C. R.,
J. BES
L'opération de Harrington dans
le traitement chirurgical des
scoliosis.
Rev.Orthop. 51 (1965) 491
62. MILES, M.
Vertebral Changes Following
Experimentally Produced Muscle
Imbalance.
Archives of Physical Medicine,
(1947) 284-289

63. MOE, J. H. A Critical Analysis of Methods
of Fusion for Scoliosis. An
Evaluation of 266 Patients.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
40-A (1958) 529
64. MORSCHER, E. Möglichkeiten und Grenzen der
Methode nach Harrington in der
operativen Skoliosenbehandlung.
Arch.Orthop.Unfallheilk.,
70 (1971) 136
65. MORSCHER, E. Contribution to the Technique
of the Harrington Operation.
Aus "Operative Treatment of
Scoliosis",
4th International Symposium
1971 in Nijmegen, Netherlands.
Herausg. George Chapchal,
Georg Thieme Verlag Stuttgart
1973, 71
66. NEUGEBAUER, H. COBB oder FERGUSON? Eine
Analyse der beiden gebräuch-
lichsten Röntgenmeßmethoden
von Skoliosen.
Zeitschrift für Orthopädie,
110 (1972) 342-356

67. NICKEL, V. L., The Halo - A Spinal Sceletal
J. PERRY, Fixation Device.
A. GARRET, Journal of Bone and Joint
M. HEPPENSTALL Surgery,
50-A (1968) 1400
68. NICOLADINI, C. Architektur der kindlichen
Skoliose.
Denkschrift der kaiserlichen
Akademie der Wissenschaften,
Wien (1894) 61
69. PELLIN, B. Querstabilisator beim
Harrington-System, Erfahrungen
und erste Ergebnisse.
Vortrag, 3. Demonstrations-
und Fortbildungstagung der
Dtsch.-Franz. Abt. f.
Skoliosebehandlung,
Franz. Krankenhaus Tübingen,
April 1974
70. PITZEN, P., Kurzgefaßtes Lehrbuch der
H. RÖSSLER Orthopädie.
Verlag Urban und Schwarzenberg,
München und Berlin, 12. Auf-
lage 1973

71. POECK, K. Neurologie - ein Lehrbuch für
Studierende und Ärzte.
Springer Verlag Berlin,
Heidelberg und New York,
3. Auflage 1974
72. RATHKE, F. W. Spezielle Pathogenese der
Skoliose.
Handbuch der Orthopädie,
Georg Thieme Verlag Stuttgart,
2 (1958) 188-236
73. RESKE, W. Der paravertebrale Weichteil-
schatten im Brustwirbelsäulen-
bereich, seine Ursache und
seine Bedeutung.
Zeitschrift für Orthopädie,
86 (1954) 489-539
74. RIEDINGER, Z. Über die mechanische Ent-
stehung der Skoliose.
Zeitschrift für orthopädische
Chirurgie,
14 (1905) 525-529
75. RIPPSTEIN, J. La Scoliose.
Revue Médicale de la Suisse
Romande,
83. Année No. 4 (1963) 372-399

80. ROMPE, G. Multizentrische retrospektive Erhebungen an 1681 in den Jahren 1960 bis 1973 operativ von dorsal versteiften Skoliosen. Zeitschrift für Orthopädie, 114 (1976) 538-546
81. ROTH, M. Idiopathic Scoliosis Caused by Short Spinal Cord. Acta radiologica scandinavica, 7 (1968) 257-271
82. ROTH, M. Idiopathische Skoliose - eine Sonderform der osteoneuralen Wachstumsdisproportion. Zeitschrift für Orthopädie, 107 (1970) 37-46
83. SCHEDE, F. Der Skoliosenkeim. Zeitschrift für Orthopädie, 49 (1928) 74-91
84. SCHEIER, H. Prognose und Behandlung der Skoliose. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1967

85. SCHEIER, H. Zur Verwendung des Instrumentars
von P. Harrington zur Korrektur
und internen Fixation von
Skoliosen.
Zeitschrift für Orthopädie,
106 (1969) 253-264
86. SCHEIER, H. Conservative Treatment of
Scoliosis.
Aus "Operative Treatment of
Scoliosis",
4th International Symposium
1971 in Nijmegen, Netherlands.
Herausg. George Chapchal,
Georg Thieme Verlag Stuttgart,
1973
87. SCHEMORL, G., Die gesunde und die kranke
H. JUNGHANNS Wirbelsäule in Röntgenbild
und Klinik.
Georg Thieme Verlag Stuttgart,
5. Auflage 1968
88. SCHULTHEISS, W. Über eine häufige Form der
rachitischen Skoliose.
Zeitschrift für orthopädische
Chirurgie,
16 (1906) 1-11

89. SCHULTHESS, W. Zitiert nach F. W. RATHKE.
Handbuch der Orthopädie,
Georg Thieme Verlag Stuttgart,
II (1958) 188-236
90. SCHWARTZMANN, J. R. Experimental Production of
M.MILES Scoliosis in Rats and Mice.
Journal of Bone and Joint
Surgery,
37-B (1945) 59-69
91. SPIETH Ergebnisse der Skolioseopera-
tionen.
Dissertationsarbeit Münste
1970
92. STAGNARA, P., Rev.Orthop. T. 44, No. 1,
R. PERDRIOLLE (1958) 58-74
93. STEARNS, G., Metabolic Studies of Children
J. Y. CHEN, with Idiopathic Scoliosis.
J. B. McKONLEY, Journal of Bone and Joint
I. V. PONSETI Surgery,
37-A (1955) 1028-1034
94. TAILLARD, W., Die Beinlängenunterschiede.
MORSCHER, E. Karger, Basel 1965

95. ZANDER, G. Über die Behandlung der
 habituellen Skoliose mittels
 mechanischer Gymnastik.
 Zeitschrift für orthopädische
 Chirurgie,
 2. (1893) 338-369
96. ZIELKE, K. Skoliose - Schande der
 Orthopädie?
 Bild der Wissenschaft,
 Deutsche Verlagsanstalt
 Stuttgart,
 Heft 7 (1973) 774-782
97. ZIELKE, K., Outrigger mit Dynamometer zum
 B. PELLIN Harrington-Instrumentarium.
 Zeitschrift für Orthopädie,
 110 (1972) 252
98. ZIELKE, K., Special Instruments for In-
 B. PELLIN sersion of Harrington Rod.
 Proceedings of the 12th Con-
 gress of the SICOT,
 Excerpta med. (Amst.) 1972,
 1107.

99. ZIELKE, K.,
B. FELLIN
Elektronisches Druckmeßgerät
für die Skoliosenoperation
nach Harrington.
Zeitschrift für Orthopädie,
111 (1973) 229
100. ZIELKE, K.,
B. FELLIN
Ergebnisse operativer Skoliosen
- und Kyphosenbehandlung beim
Adoleszenten über 18 Jahre und
beim Erwachsenen.
Zeitschrift für Orthopädie,
113 (1975) 157-174
101. ZIELKE, K.,
B. FELLIN
Erfahrungsbericht über 42
Skolioseoperationen mit dem
Instrumentarium nach Harrington.
Stellungnahme zum Artikel von
K. A. MATZEN, V. FISCHER und
W. PAULUS,
Zeitschrift für Orthopädie,
112 (1975) 1062-1070;
Zeitschrift für Orthopädie,
113 (1976) 1103-1105

11. Lebenslauf

Geboren:	Am 8. Juli 1951 in Dortmund
Eltern:	Karl Günter Müller, Beamter i.R. Lydia Müller, geb. Weber
Schulbesuch:	Nach vier Jahren Volksschule und neun Jahren Gymnasium Abitur im Juni 1970 am Altsprachlichen Staatlichen Gymnasium zu Dortmund
Studium:	Vom Sommersemester 1971 bis zum Staatsexamen am 28. Juni 1977 an der Westfälischen Wilhelms- Universität in Münster
Med.-Ass.:	Am Vinzenz-Hospital in Dinslaken vom 1. Oktober 1977 bis zum 30. September 1978
Approbation:	Erteilt am 6. Oktober 1978
Ass.-Arzt:	Seit Oktober 1978 in der Psychiatrischen Klinik des Johanniter-Krankenhauses in Oberhausen-Sterkrade (Leitender Arzt: Prof.Dr. G.-K. Köhler)
Eheschließung:	Am 23. Dezember 1977, Ehefrau Eva-Maria Müller, geb. Voß

Herrn Professor Dr. med. Tönnis danke ich
für die Überlassung des Themas.

